શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભા, મુંબઈ

નિવેદન

શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભાના વ્યવસ્થાપકમંડળે ગુજરાતી ભાષામાં વિજ્ઞાનવિષયક ગ્રન્થોને ઉત્તેજન આપવાના સભાના એક વિશેષ ઉદ્દેશને અનુસરીને તે સંબંધી યોજના ઘડવાનું કામ મંડળના એક સભ્ય શ્રી પેપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહને સોંપી તેમની પાસે સને ૧૯૩૦ માં એક યોજના તૈયાર કરાવી હતી. તે પછી સને ૧૯૩૧માં તે અનુસાર વિજ્ઞાનવિષયક ગ્રંથોના પારિતોષિક, છપામણી, વગેરે માટે રૂ. ૨૦૦૦ સુધી ખર્ચ કરવાનું ઠરાવવામાં આવ્યું હતું.

ગુજરાતી સાહિત્યમાં વિજ્ઞાનવિષયક પુસ્તકોની સંખ્યા ઘણી જ ઓછી છે આથી કોઈ પણ દિશામાં તે વધે એ ઇષ્ટ છે. તે છતાં ગુજરાત વિષે બધાં વૈજ્ઞાનિક તત્ત્વો એકઠાં કરવાના વિશિષ્ટ હેતુથી તેમ જ શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભાનો ગુજરાતી સાહિત્યનો અને સાથેસાથે ગુજરાતને લગતાં ઇતિહાસ, વિજ્ઞાન આદિ સાહિત્યના પ્રચારનો આશય લક્ષમાં રાખી ગુજરાત સંબંધી જ એવાં પુસ્તકો તૈયાર કરાવવાનું કાર્ય પ્રથમથી ઉપાડવામાં આવ્યું હતું. નીચેના વિષયો ઉપર ૧૫૦ થી ૨૦૦ પાનાના જુદાજુદા ગ્રંથો તૈયાર કરાવવા માટે વિજ્ઞાનપ્રિય લેખકો સાથે પત્રવ્યવહાર ચલાવવામાં આવ્યો હતો :

૧ ગુજરાતી ભૌગોલિક રચના–Geography of Gujarat, Physical and Commercial; Geology; Soils, Agriculture.

૨ ગુજરાતની ખનીજ અને રાસાયણિક સંપત્તિ Mineralogy; Petrology and Chemical Resources.

૩ ગુજરાતનાં હવામાન–Meteorology of Gujarat.

૪ ગુજરાતી વનસ્પતિ–Flora of Guja at.

૫ ગુજરાતનાં પ્રાણીઓ–Fauna of Gujarat.

લેખકે દરેક ગ્રંથમા તે તે વિષયનું અર્વાચીન દૃષ્ટિએ વિવેચન, ઉપરાંત તે તે વિષયમાં ગુજરાતમાં થયેલાં અત્યાર સુધીનાં અન્વેષણોનો રસમય સંગ્રહ કરવાનાં છે.

આ યોજનાનુસાર આ ગ્રંથાવલિમાં આજસુધીમાં નીચેના ગ્રંથો પ્રસિદ્ધ થયા છે:

૧ જીવન ને ઉત્ક્રાન્તિ ૧૯૩૬.

૨ હવામાન ગુજરાતની આબોહવા ૧૯૩૬.

૩ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ ૧૯૩૬, બીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૯, ત્રીજી ૧૯૪૭.

૪ ગુજરાતનું પ્રાકૃતિક અને વ્યાપારી ભૂગોળવિજ્ઞાન ૧૯૩૭, બીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૯.

તૈયાર થતા ગ્રંથો:

૧ ચેતનસૃષ્ટિ, પ્રો. ભીમભાઇ લા. દેસાઈ ૧૯૩૮

૨ ગુજરાતનું વનસ્પતિજીવન, વૈદ્યશ્રી બાપાલાલ ગ. વૈદ્ય ૧૯૩૯

૩ ગુજરાતની ભૂરચના, નાદીરશાહ સુખેશવાળા (...ખાનામાં)

ક્ષર્યા

૫ ગુજરાતનું પ્રાણીજીવન શ્રી. હરિનારાયણ આચાર્ય ૧૯૪૧

પુસ્તકો, લેખો અને વ્યાખ્યાનોદ્વારા ગુજરાતી ભાષામાં વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યની અભિવૃદ્ધિ સાધવા શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભા વિજ્ઞાન-નિષ્ણાત વિદ્વાનોના સહકાર્યની હજી વધુ આશા રાખે છે.

મુંબઈ(૪)
તા. ૧-૭-૧૯૪૭

શંકરપ્રસાદ છગનલાલ રાવલ
સહમંત્રી, ફાર્બસ ગુજરાતી સભા



પહેલી આવૃત્તિની પ્રસ્તાવના

ગુજરાતી સાહિત્યમાં પૃથ્વી વિષે માહિતી આપતા પુસ્તકો ગણ્યાંગાંઠ્યા છે અંગ્રેજી સાહિત્યમાં એ બાબતના અનેક પુસ્તકો હોવા છતા અંગ્રેજી અભ્યાસક્રમમાં પૃથ્વી વિષે માહિતી આપતું ફરજીઆત શિક્ષણ કોઈ પણ અભ્યાસક્રમમા છે જ નહી. આથી ઘણાને પૃથ્વીનું બહુ ઓછું જ્ઞાન હોય છે આ નાનકડા પુસ્તકમા પૃથ્વી વિષે જરૂરજોગી માહિતી સક્ષેપમા આપવાનો પ્રયત્ન કરવામા આવ્યો છે જે પૃથ્વી ઉપર આપણે જીવન ધારણ કરીએ છીએ, જેના વડે આપણું પોષણ થાય છે અને જેના ભૂમિતલ ઉપર આપણે રહીએ છીએ એની પરિસ્થિતિનો ખ્યાલ દરેકને આવશ્યક છે.

આ પુસ્તકને એના હાલના સ્વરૂપમા લાવવામા શ્રી. પોપટલાલ ગો શાહે જે પ્રેરણા અને મદદ આપી તે બદલ હું તેમનો અત્યંત ઋણી છું. તા. ૩૦ મી એપ્રિલ ૧૯૩૬.

ત્રીજી આવૃત્તિની પ્રસ્તાવના

આ પુસ્તક મુંબાઇ યુનિવર્સિટી તરફથી તેના પહેલા વર્ષમાં સને ૧૯૪૭–૪૯ના વર્ષો માટે પાઠ્ય પુસ્તક તરીકે નિયત થયેલું હોવાથી તેની ત્રીજી આવૃત્તિ કાઢવામાં આવી છે. આ આવૃત્તિમા 'પૃથ્વીનાં ભૂસ્તરપડોનો ઇતિહાસ' એ પ્રકરણ નવું ઉમેરવામા આવ્યું છે

વેગામ (સુરત) — યશવંત ગુ. નાયક

તા. ૧–૫–૪૭

વિષયાનુક્રમણિકા



આકૃતિઓ



પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ

અને

તેનું સૂર્યમંડળમાં સ્થાન

પ્રાચીન કાળમા મનુષ્ય પૃથ્વીને આ વિશ્વનુ કેન્દ્ર માનતો અને વિશ્વની સર્વ રચના એના ઉપભોગ અને આનંદ માટે જ છે એમ ધારતો પ્રભાતે વિવિધરંગી ઉષાને પગલે પધારતો સૂર્ય, સંધ્યાના મધુર રંગે રંગાતી વાદળી, ચંદ્રના રૂપેરી પ્રકાશે વિરાજતી સૃષ્ટિ, તારાના ચમકારાથી અનંતત થતુ આકાશ, વગેરે સર્વ મનુષ્યના આનંદને માટે વિશ્વનિયંતાએ રચ્યુ છે તે એમ માનવાની ધૃષ્ટતા કરતો પરંતુ જેમજેમ તેના જ્ઞાનનો વિકાસ થતો ગયો અને વિશ્વની અગાધ વિરાટતામા પૃથ્વીનુ સ્થાન નાનુ અને નાનુ થતુ ચાલ્યુ, તેમતેમ એને પોતાની સૂક્ષ્મતા અને અલ્પતાનુ ભાન થવા લાગ્યુ. આખા વિશ્વની સરખામણીમા અલ્પ એવા સૂર્યમંડળ જેવડા નાના વિસ્તારમા પણ પૃથ્વીનુ સ્થાન તદન અલ્પ જ છે સુયોગ્ય પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત થતા એના ઉપર જીવનની ઉત્ક્રાન્તિ થઈ કદાચ એમ પ્રશ્ન થશે કે શુ પૃથ્વીને માટે જીવન ટકી શકે એવી સ્થિતિ અકસ્માત જ ઉત્પન્ન થઈ છે કે વિશ્વની કોઈ મહાન વિભૂતિના ખાસ ઉદ્દેશથી ઉદ્ભવી છે? વિજ્ઞાન તો એમ જ કહે છે કે પૃથ્વી બીજા ગ્રહોથી ભિન્ન કે વિશિષ્ટ તત્ત્વોની બનેલી નથી, પરંતુ અકસ્માતથી જીવન ટકાવી શકાય એવા સૂર્યથી માફકસર અંતરે આવેલી છે, અને એને લઈને ઘણા કાળ ઉપરની નિર્જન અને નિર્જીવ પૃથ્વી ઉપર કાળક્રમે જીવન સંભવ્યુ

પૃથ્વી એ સૂર્યના ગ્રહરૂપે છે. એટલે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ અને સૂર્યને કોઈ સંબંધ છે કે કેમ એ તપાસવું જરૂરનું છે. સૂર્યનાં તત્ત્વો અને પૃથ્વીનાં તત્ત્વો ઘણાખરાં મળતાં આવે છે, એટલે એક કાળે પૃથ્વી સૂર્યમાંથી ઉત્પન્ન થઈ હોય તો નવાઈ નહીં. પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ વિષે અનેક મતો પ્રચલિત છે, જેમાં ૭ મુખ્યત્વે ધ્યાનમાં લેવા જેવા છે:

૧ નિહારિકાવાદ: એક કાળે સૂર્ય, પૃથ્વી અને સર્વ ગ્રહો ગરમ વાયુરૂપ સ્થિતિમાં હતાં. એ વાયુ અત્યારના સૂર્યમંડળના અગર એથી વિશેષ વિસ્તારમાં વિસ્તરી રહ્યો હતો. કાળક્રમે એ વાયુ નાના-નાના વિભાગમાં વહેંચાઈ જઇને ઠંડો પડતો ગયો. એ છૂટા પડેલા ભાગોમાંથી નાનાનાના ભાગો ગ્રહરૂપે મધ્યના મુખ્ય ભાગની આસપાસ ફરવા લાગ્યા અને નાના કદના હોવાથી જલદી ઠંડા પડી ગયા.

૨ આકર્ષણવાદ: સૂર્ય અવકાશમાં મુસાફરી કરે છે એ દરમિયાન થોડેથોડે અંતરે બહારનું દ્રવ્ય ખેંચાઇ આવ્યું અને જુદેજુદે વખતે નવીન ગ્રહો ઉમેરાતા રહ્યા.

૩ અકસ્માત: કદાચ આજનો ઉષ્ણ સૂર્ય ઘણા લાંબા કાળ ઉપર મૃતઃપ્રાય સ્થિતિમાં અવકાશમાં અનન્ત કાળથી ઘૂમ્યા કરતો હતો તે સામેથી આવતા એવા જ કોઈ બીજા સૂર્ય સાથે અથડાયો. એ અકસ્માતને લઈને અત્યંત ગરમી ઉત્પન્ન થઈ, જેમાં સર્વ દ્રવ્ય પ્રવાહી અને વાયુરૂપ થઈ ગયું. કેટલાક આવા ઉષ્ણ વિભાગો દૂર ફેંકાઈ ગયા અને ગ્રહો બન્યા, જ્યારે મધ્યનો ભાગ સૂર્યરૂપે રહ્યો.

૪ સ્વયંવિભાજનવાદ: એક કાળે પૃથ્વીની પેઠે ઠંડો પડેલો સૂર્ય ભીતરની આણવિનાશી તત્ત્વોની પ્રચંડ ગરમીથી ફાટી ગયો અને એમાંથી કેટલાક ટુકડા દૂર ફેંકાયા. એમાંનો એક ટુકડો તે હાલની પૃથ્વી.

૫ દૈવી: કોઈ ગેબી શક્તિથી એક વખતે આકસ્મિક રીતે પૃથ્વી અને સૃષ્ટિ ઉત્પન્ન થઈ.

૬ ભરતી —આ સિદ્ધાન્ત સૌથી વધુ આધારભૂત ગણાય છે એ મત પ્રમાણે અવકાશમા પરિભ્રમણ કરતો સૂર્ય એક વાર બીજા કોઈ મહાન સૂર્યની ખૂબ નજીક આવી ગયો એ વખતે સામેથી આવતા બીજા સૂર્ય (તારા) ના આકર્ષણથી આપણા સૂર્યની સપાટી ઉપર વાયુ અને પ્રવાહીના પ્રચંડ મોજા ઉત્પન્ન થયા એ દરમિયાન એ તારો સૂર્યની નજીક આવી અત્યંત વેગથી પસાર થઈ ગયો. આથી કરીને સૂર્યથી ઉછળેલા મોજા એની પાછળ દૂર ખેંચાઈ ગયા, પરંતુ એ તારાની નજીક પહોંચી શકે તે પહેલા એ ઘણે દૂર ચાલી ગયો ઉછળેલા મોજા હવે સૂર્ય તરફ ખેંચાઈ પાછા પડવા લાગ્યા અને ગુરુત્વાકર્ષણથી સૂર્યની ફરતાં ચારે તરફ ફરવા લાગ્યા. એ મોજા અનેક ભાગમા વિભક્ત થઈ ગયા અને એમાથી પૃથ્વી ઉત્પન્ન થઈ. આ મતને બીજી પણ એક પુષ્ટિ મળે છે પૃથ્વીના સર્વ દ્રવ્યની ઘનતા* ૫ ૫ છે. એને એકમ લેખીએ તો સૂર્યની અને ગ્રહોની ઘનતા નીચેના પ્રમાણમા દર્શાવી શકાય છે:

નામ	સૂર્ય	બુધ	શુક્ર	પૃથ્વી	મગળ	ગુરુ	શનિ	યુરેનસ	નેપ-ચ્યૂન
ઘનતા	૦ ૨૫	૧ ૧૨	૧૦૦૩	૧ ૦૦	૦ ૭૦	૦ ૨૪	૦ ૧૩	૦·૧૭	૦·૧૬

ઉપરના કોઠાથી એમ લાગે છે કે સૂર્યમાથી છૂટા પડેલા મોજા સૂર્યની ફરતા ફરવા લાગ્યા ત્યારે ભારેમા ભારે ભાગ સૂર્યની નજીક આવ્યો અને હળવો ભાગ દૂર રહ્યો સૂર્યના અને

*દરેક વસ્તુની ઘનતાને સરખાવી શકાય એટલા માટે પાણીની ઘનતાને એકમ રાખવામા આવી છે એક ઘન સેંટિમિટર પાણીનુ વજન એક ગ્રામ થાય છે, એટલે એ ઉપરથી દરેક વસ્તુની ઘનતા સમજી શકાય છે.

બીજા ગ્રહોના ઇતિહાસ તપાસતાં પણ બીજાં અનેક પ્રમાણો આ વાદને પુષ્ટિ આપે છે.

સૂર્યમંડળમાં નવ મુખ્ય ગ્રહો છે, તેમાં પૃથ્વી મધ્યમ કદની છે. સર્વ ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ જુદીજુદી ગતિથી ફરે છે. ઘણાખરા ગ્રહોની આસપાસ ઉપગ્રહ ફરતા હોય છે. એ સર્વને સમેટી લેતો સૂર્ય આકાશમા એક સેકંડના ૨૦૦ માઈલની ઝડપે ગતિ કરે છે. સૂર્યનો વ્યાસ ૮૬૫૦૦૦ માઈલનો છે, અને વજન ૨×૧૦^૨૭ (બે અબજ પરાર્ધ) ટન છે પૃથ્વીનો વ્યાસ ૮૦૦૦ માઈલનો છે અને વજન ૬×૧૦^૨૧ (બે હજાર પરાર્ધ) ટન છે. સૂર્યથી નજીક બુધ અને શુક્ર આવે છે અને ત્યારપછી ૯૩૦૦૦૦૦૦ માઈલ દૂર પૃથ્વી આવેલી છે. સૂર્યમંડળનો છેલ્લો ગ્રહ પ્લૂટો ૩૭૦ કરોડ માઈલ દૂર છે. આ અંતરના પ્રમાણમાં પૃથ્વી કેટલી સૂક્ષ્મ જગા રોકે છે એ સમજમાં આવી શકશે. ગ્રહમંડળમાં પૃથ્વીનું કેવડું સ્થાન છે એ વધુ સ્પષ્ટ રીતે સમજવા એક જ દાખલો બસ થશે. બે ફૂટ વ્યાસનો ગોળો લઈ એને સૂર્ય તરીકે ગણીએ તો બુધ એક મગના દાણા-જેવો લેખી શકાય અને એને ૮૨ ફૂટ દૂર મૂકવો પડે. શુક્રને પણ એ જ કદનો લઇને ૧૪૨ ફૂટ દૂર રાખવો પડે. પૃથ્વી સહેજ મોટા મગના દાણાજેવડા કદની લઈ સૂર્યરૂપી ગોળાથી ૨૧૫ ફૂટ દૂર રાખવી પડે, અને આ જ ક્રમ લેતાં છેલ્લો ગ્રહ પ્લૂટો દોઢ માઈલ છેટો આવે. સૂર્ય પૃથ્વીથી ૩ લાખગણો ભારે છે, જ્યારે કદમાં ૧૦ લાખગણો મોટો છે. સૂર્યને ફરતી સાધારણ લંબગોળ કક્ષામાં પૃથ્વી સેકંડના ૧૮.૫ માઈલની ઝડપે ફરે છે. એ ઉપરાંત પોતાની ધરી ઉપર ૨૪ કલાકમાં પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ એકવાર ગોળ ફરે છે. એવું માનવામાં આવે છે કે પૃથ્વીની ચક્રગતિ કાળ જતાં ધીમી થતી જાય છે. ડાર્વિનના મત પ્રમાણે એક સમય એવો હતો કે જ્યારે પૃથ્વીની ચક્રગતિ

ઘણી જ ઝડપી હતી અને ૬-૭૫ કલાકમાં એક દિવસ પૂરો થતો. સૂર્ય અને ચંદ્રના આકર્ષણથી પૃથ્વી ઉપર સમુદ્રના જે મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે તે પૃથ્વીની ચક્રગતિને કંઈક અંશે અવરોધે છે. કદાચ એક સમય એવો પણ આવે કે જ્યારે આ ચક્રગતિ ધીમી પડતાં એટલી થાય કે તેથી સૂર્યની આસપાસ જેટલા વખતમાં પૃથ્વી પ્રદક્ષિણા કરે છે તેટલા જ સમયમા એ એકવાર પોતાની ધરી ઉપર ફરી રહે. આ વખતે પૃથ્વીના એક જ ભાગમા દિવસ રહેશે, જ્યારે બીજી બાજૂ અંધારામા રહેશે. બુધ અને શુક્ર આ સ્થિતિને પહોચ્યા છે એમ સાબિત થયુ છે એવી પરિસ્થિતિમાં પૃથ્વીની એક બાજૂ અત્યંત ઉષ્ણ હશે અને બીજી બાજૂ ઘણી જ ઠંડી હશે, અને જીવન બે બાજૂની સંધ્યાના પ્રદેશમા જ ટકી શકશે. સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વીની એક પ્રદક્ષિણા ૩૬૫ દિવસમા પૂરી થાય છે પૃથ્વીની કક્ષાનો વ્યાસ ૨૦ કરોડ માઈલનો છે એટલે ૭ માસમા પૃથ્વી પોતાના અસલ સ્થાનથી ૨૦ કરોડ માઈલ દૂર જાય છે પૃથ્વીની કક્ષા એકદમ ગોળ નથી, પરંતુ સહેજ લંબગોળ છે. આથી કરીને પૃથ્વી અમુક વખતે સૂર્યની વિશેષ નજીક આવે છે અને અમુક વખતે દૂર જાય છે. સમુદ્રમા આવતી દરેક અમાસની ભરતી નાની-મોટી થાય છે તેનું કારણ પણ આ જ છે. જ્યારે સૂર્ય વધુ નજીક હોય ત્યારે ઘણી મોટી ભરતી આવે છે.

પૃથ્વીના વિષુવવૃત્તનો વ્યાસ ૭૯૨૬ માઈલનો છે, જ્યારે ધ્રુવનો વ્યાસ ૭૯૦૦ માઈલનો છે આથી પૃથ્વી મધ્ય કટિબંધમા વધુ ઉપસેલી છે ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવ વચ્ચે સપાટી ઉપરનું અંતર ૧૨૪૧૪ માઇલ છે. મધ્યમા ઉપસવાનું કારણ પૃથ્વીની ચક્રગતિ છે. કારણ કે ચક્રગતિને લઇને સર્વ દ્રવ્ય મધ્યથી દૂર ફેંકાવાનો પ્રયત્ન કરે છે. પૃથ્વીની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ ૧૯૬૯૯૬૬૨૫ ચોરસ માઈલ છે, જેમા જમીનનું ક્ષેત્રફળ ૫૮૧૬૦૯૩૮ ચોરસ માઈલ છે, અને સમુદ્રની સપાટી ૧૪૧૦૩૮૬૮૭

ચોરસ માઈલ છે. આ રીતે પૃથ્વીની સપાટીનો ૨૯ ટકા ભાગ જમીનનો છે, જ્યારે ૭૧ ટકા ભાગ પાણીથી ઢંકાયેલો છે.

પૃથ્વીની ધરી એની કક્ષાને કાટખૂણે નથી, પરંતુ લંબથી ૨૩ ° નમેલી છે. આથી કરીને સૂર્યની ફરતાં આખી મુસાફરી કરે તે દરમિયાન રાત્રિ અને દિવસની લંબાઇમાં ફેરફાર પડે છે. ધરી કક્ષાથી બરાબર કાટખૂણે હોત તો હમેશા દિવસ અને રાત્રિ એકસરખાં જ હોત. આ ઉપરાંત પૃથ્વીની ધરી પણ સૂર્ય-ચંદ્રના આકર્ષણને લઇને સ્થિર રહેતી નથી, પરંતુ એક નાના-સરખા વર્તુલમાં એની દિશા બદલાયા કરે છે. એ ચક્કર ૨૧૦૦૦ વર્ષમાં પૂરું થાય છે. આમ ધરીની અસ્થિરતાને લઇને ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવની જગા પણ બદલાયા કરે છે.

પૃથ્વીનું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં છે અને પૃથ્વીની આકૃતિના મધ્ય સાથે એક થતું નથી. પૃથ્વીને સમતોલ રાખવા પૃથ્વીનો દક્ષિણ ભાગ ભારે હોવાથી સમુદ્રનો પ્રમાણમાં હળવો વિસ્તાર એ દિશામાં ઘણો વધારે હોય છે. જો કોઈ કારણથી પૃથ્વીનું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ બદલાય તો ભારે પ્રદેશ તરફ સમુદ્ર ધસી જાય અને આમ બનવાની એક શકયતા છે. દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં બરફ જમા થતો જાય છે અને તેથી ઘણો લાંબો કાળ જતાં કદાચ એ ભાગ હજી પણ વધુ ભારે બને. એમ થાય તો ઉત્તર ભાગના સમુદ્રનાં પાણી દક્ષિણ તરફ ધસી જાય. આ રીતે ભૂતકાળમાં વારંવાર સમુદ્રના ફેરફારો થયા હોય એ સંભવિત છે.

પૃથ્વીનો ઈતિહાસ તપાસવા પ્રથમ પૃથ્વીની હાલની સ્થિતિથી પૂરા પરિચિત થવું એ આવશ્યક છે. પૃથ્વીનું કદ માણસના કદથી ૮૦ લાખગણું મોટું છે. આથી એની સપાટીના નાના ભાગ ઉપર ઊભા રહેલા ભાગ્યે જ ત્રણચાર માઇલની ક્ષિતિજ દેખતા મનુષ્યને સમસ્ત પૃથ્વીનો ખ્યાલ આવતાં કેટલીએક મુસીબત પડે એ સહેજે કલ્પી શકાય એમ છે. અત્યારે તો આપણે માત્ર

પૃથ્વીનો બનાવટી ગોળો જોઈ પ્રત્યક્ષ નિહાળેલા નદી, પર્વત અને પ્રદેશોના દેખાવને આધારે આખી પૃથ્વી અમુક રીતની હશે એવો એક ધ્યાનમાન મેળવીએ છીએ

પૃથ્વીનો ઉપલો ભાગ વાતાવરણ, જલાવરણ અને ઘનાવરણનો બનેલો છે અને એ ત્રણે પડો અનુક્રમે વાયુ, પ્રવાહી અને ઘન સ્વરૂપે વિસ્તરેલા છે. બહાર વાતાવરણના પડવડે અને અંદર સમુદ્રરૂપી જલાવરણના પડવડે તથા જમીનના ઘનાવરણ પડવડે પૃથ્વીનો ગોળો બંધાયેલો છે.

વાતાવરણનો ચોક્કસ વિસ્તાર હજી માલુમ પડયો નથી, પરંતુ ઘણી પાતળી હવા ૫૦૦ માઈલ સુધી હોય એમ લાગે છે. આગળ કહ્યું તેમ પૃથ્વીનો ¾ ભાગ સમુદ્રથી ઘેરાયેલો છે. જો પૃથ્વીનું જમીનનું પડ તદ્દન સમતલ થઈ જાય તો આખી સપાટી પાણીની નીચે ૮૦૦૦ ફૂટ ઊંડી ડૂબી જાય સમુદ્રની વધુમા વધુ ઊંડાઈ ૩૦૦૦૦ ફૂટની છે, જ્યારે જમીનના પડની સૌથી વધુ ઊંચાઈ ૨૯૦૦૦ ફૂટ છે. એટલે સમુદ્ર શુષ્ક બને તો પૃથ્વીની ઊંચામા ઊંચી જગાથી તદ્દન નીચા પ્રદેશનુ ઊંડાણ ૬૦૦૦૦ ફૂટ થાય સમુદ્રની નીચે પણ જમીનનું પડ છે અને લગભગ સોએક માઈલ નીચે સુધી જમીનનું પડ વિસ્તરેલું હશે એમ મનાય છે.

પૃથ્વીનો મુખ્ય ભાગ ભીતરનો છે, પરંતુ એ વિષે શોધખોળ કરવાનું ઘણું મુશ્કેલભર્યું છે. ભૌતિકશાસ્ત્રના આધારે ભવિષ્ય હજી એનું વધુ જ્ઞાન મળશે. અત્યારે તો અંદરના દ્રવ્યો અને તેની સ્થિતિ વિષે માત્ર અટકળો જ કરવામા આવે છે. અંદર કે ઊંડાણ પછી ગરમ લાવારૂપી પ્રવાહી આવી રહેલો છે એ [illegible] કંઈ પણ શંકા નથી. પરંતુ ત્યાથી ઘણા ઊંડાણમા બધું પ્રવાહી ઘન છે કે ગરમ વાયુરૂપ છે એ પ્રશ્ન પ્રયોગથી સાબિત થઈ . એમ નથી. બહારના પડ કરતા અંદરનું દ્રવ્ય વધારે ભારે છે ર અંદર ચુંબકત્વ વધુ હોવાથી ભીતરમા મુખ્યત્વે લોખંડ હે એમ માનવાને કારણ મળે છે.

ઉપરની જમીનની સપાટીમાં પણ અનેક જાતના પરિવર્તન ચાલ્યા કરે છે, એટલે જમીનના પડના રચના અને બંધારણ પૃથ્વીના ઇતિહાસનો કંઇક ખ્યાલ આપે છે, અને એ ફેરફારોનો પૂર્ણ ખ્યાલ હોય તો ભવિષ્યમાં શાશા ફેરફારો થવાના છે એ પણ જાણી શકાય જમીનના પડ ઉપર કઈ રીતની ક્રિયા ચાલી રહી છે એ થોડા સમયમાં સમજી શકાય એમ નથી , કારણ કે એ ફેરફારો અત્યંત ધીમા છે આમ છતાં ઘણા વર્ષોની શોધખોળ પછી આજે ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ જમીનના પડની અને પૃથ્વીના ભૂતકાળની સમીક્ષા કરી શકે છે

મનુષ્યજીવનના નાના ગાળામાં નદીનાળા અને ભૂસ્તરપડોના નોંધવાજોગ ફેરફારો બિલકુલ લક્ષમાં આવતા નથી કોઇક વાર ધરતીકંપજેવા પ્રચંડ બળથી થયેલા ફેરફારો અકસ્માત જોવાના મળે, પરંતુ લાંબા કાળનો ઇતિહાસ સમજવા સારુ એટલું બસ નથી ઉપરથી જોતાં મનુષ્યને એમ જ લાગે કે જમીનના અત્યારના પડો, પહાડો, નદીઓ, સમુદ્રો અને સરોવરો એ અનાદિ કાળથી ખાસ મહત્ત્વના ફેરફાર વિના ચાલ્યા આવે છે પરંતુ બારીક દૃષ્ટિએ નિહાળતા એ સર્વમાં થતા ફેરફારો લક્ષમાં આવે છે. આ ઉપરાંત જમીનના પડની અને તેમાંથી મળી આવતા અવશેષોના અવલોકન થી કેટલીક વિશેષ હકીકત મળી આવે છે દાખલા તરીકે, હિમાલયપર્વત ઉપરથી જળચર પ્રાણીના અવશેષ (જીવશેષ) મળી આવે છે એ ઉપરથી આપણે સહેજે સિદ્ધ કરી શકીએ કે એક કાળે હિમાલયનાં શિખરો સમુદ્રના પટ નીચે ડૂબેલા હશે આવી રીતે તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે પૃથ્વીની ભૌગોલિક રચના અનાદિ કાળથી એક જ જાતની રહી નથી, પરંતુ કાળક્રમે એમાં ઘણા મહત્ત્વના ફેરફાર થયા કરે છે આવા ધીમા ફેરફારોને સમજવા માટે મનુષ્યને ખરેખરી તર્કશક્તિ અને બુદ્ધિ વાપરવી પડે છે કવિની કલ્પનાસૃષ્ટિના તર્કો એમાં કશા યે ઉપયોગમાં ન આવી શકે.

પૃથ્વીનાં મુખ્ય અંગો

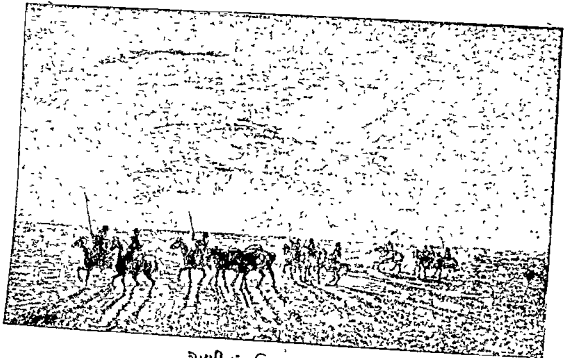
સૂર્યમાંથી છૂટી પડેલી પૃથ્વી પ્રથમ અત્યંત ઉષ્ણ હતી. વખત જતાં એ ઉષ્ણતા અવકાશમાં પથરાઈ ગઈ અને ઉપરનું પડ ઠંડું પડતું ગયું. ઉષ્ણ અવસ્થામાં પૃથ્વીનાં તત્ત્વોનો હળવો વિભાગ સપાટી ઉપર આવી રહ્યો અને છેક બહાર હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન વગેરે વાયુ હતા. કાળ જતાં એ વાયુનું રાસાયનિક સંયોજન થઈ પાણીમાંથી વાદળાં ઉત્પન્ન થયાં. પૃથ્વીની સપાટી તે વખતે ઘણી ગરમ હોવાથી પૃથ્વી ચારે બાજૂ વાયુ અને પાણીનાં વાદળાંથી વિંટળાઈ રહી હતી. આવી સ્થિતિ પણ ઘણા લાંબા કાળ સુધી ચાલી હશે, પરંતુ છેવટે ઉપરનું પડ એટલું તો ઠંડું પડી ગયું કે વાદળાં ઠરીને તેમાંથી પાણી ભૂમિ ઉપર ઊતર્યું. એ વખતે કદાચ પૃથ્વીની સપાટી ઊંચાનીચા ટેકરા વગરની એક-સરખી સપાટ ક્ષિતિજસમસૂત્ર (સમતલ) હોય એમ બન્યું હોય, પરંતુ એમ માનવાને ખાસ પુરાવા મળતા નથી. પૃથ્વીજેવડો મહાન ગોળો ઠંડો પડે એ વખતે એની સપાટીમાં કેટલી યે જાતની અનિયમિતતા આવે એ સંભવિત છે; એટલે સમુદ્ર આખી પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ન યે પ્રસરી રહ્યો હોય. બહારનું હવામાન એ વખતે ઘણું ઘટ્ટ અને વિસ્તીર્ણ હશે અને તે વખતના જુદાજુદા વાયુનાં પ્રમાણો અને અત્યારનાં તેનાં પ્રમાણોમા ઘણો ફેર હશે એમ ધારવામાં આવે છે.

ઉપરનું પડ ઠંડું થયું, પરંતુ ભીતરમાં તો ગરમ પદાર્થો પ્રવર્તી રહ્યા હતા. અત્યારે પણ ભીતર અત્યંત ઉષ્ણ પદાર્થથી ભરેલું છે એમ માલૂમ પડે છે ઉપરનું ઠંડું પડ બહુ જ ઓછી જાડાઈનું છે. ઉપરના ઘન પડને લીધે ભીતરની ગરમી હવે બહાર આવતી ઓછી થઈ છે, કારણ કે પૃથ્વીની જમીનના પડનું ઉષ્ણતાવાહકપણું ઘણું જ ઓછું છે. આ જ કારણથી અત્યારસુધી ભીતરની ગરમી

જળવાઈ રહી છે.) પૃથ્વીના પડમાં જેમજેમ નીચે ઉતરતા જઇએ છીએ તેમતેમ ગરમી વધતી જાય છે.| ૬૦ ફૂટ નીચે ઉતરતાં ૧ ડિગ્રી (ફેરનહીટ) ગરમી વધે છે. જમીનમાં ઊંડા શારડા (ખાડા) ખોદવાથી માલૂમ પડ્યું છે કે ૬૫૦૦ ફૂટ નીચે પાણી ઊકળે એટલી ગરમી છે. જમીનની સપાટીથી ૩૩ માઇલ નીચે એટલી ગરમી હોય છે કે ત્યાં પૃથ્વીના પડ ઉપરનો કોઇ પણ પાષાણ પીગળી જાય છે. એ જગાની ઉષ્ણતા ૧૬૬૦ ડિગ્રી (સેન્ટિગ્રેડ) છે. ૬૨ માઇલ નીચે ૩૦૦૦ ડિગ્રી ગરમી હોય છે. એ જગાએ ટંગસ્ટન જેવી એકબે ધાતુ બાદ કરતાં સર્વ ધાતુ પ્રવાહી બની જાય.)

આખી પૃથ્વીની ઘનતા ૫.૫ છે, જ્યારે ઉપરના પડની ઘનતા ૨.૪ જેટલી છે. એટલે જેમજેમ ઊંડા જઇએ તેમતેમ વધુ ઘનતા હોવી જોઈએ. આ ઘનતા વધારે હોવાનાં બે કારણ હોઈ શકે: એક તો એ કે ભીતરમાં ભારે પદાર્થો વધું પ્રમાણમાં હોય, અગર તો સપાટીના જેવા જ પદાર્થો ઉપરના પડના દબાણને લીધે ઘણા જ ઘન થઈ ગયા હોય. આમ છતાં એટલું તો ચોક્કસ છે કે અંદરના ભાગમાં ચુંબકત્વ વિશેષ છે. જ્વાળામુખીના લાવામાં પણ એ બાબતનું પ્રતિપાદન થાય છે. એટલે અંદર લોખંડનું અને નિકલનું પ્રમાણ વધારે હોવાનો સંભવ છે; કારણ કે બન્નેમાં ચુંબકત્વનો ગુણ રહેલો છે.

પૃથ્વીના ભીતરની સ્થિતિ વિષે અનેક મતનું પ્રતિપાદન થયું છે, છતાં એ સર્વમાં ખાસ ત્રણ નોંધવા લાયક છે: ૧ એક મત પ્રમાણે એમ માનવામાં આવે છે કે પૃથ્વીનો અંદરનો ભાગ તદન પીગળેલો છે; ૨ બીજો મત એ છે કે પૃથ્વી તદન ઘન છે; અને ૩ ત્રીજો મત એવો છે કે પૃથ્વી ઘણીખરી ઘન સ્થિતિમાં જ છે. પરંતુ ઉપરના પડની નીચે એક ઉષ્ણ પ્રવાહી પડ આવી રહેલું છે. આ ત્રણેમાં પ્રથમ મત વધુ આધારભૂત ગણાય છે. એટલે ખાસ કરીને એના સિદ્ધાંત કંઈક સમજવા જોઈએ.



ગાબીનું વિશાળ રણ
આકૃતિ ૧૨

२ प्रवाही अगर वायुरूपे सर्व पदार्थो हशे एम मानवानो सबळ पुरावो ज्वाळामुखीमांथी नीकळतो लावारस छे. ैनी दरेक जगाए नीचे उतरतां गरमी वधे छे, एटले वधु जइए तेम विशेष गरमी होय एम चोक्कस रीते मानी य छे धरतीकंपना आंचका लागवानुं मुख्य कारण पण रना प्रवाही पडने लीधे ज छे. उपरनुं घन पड कंईक अंशे रना प्रवाही पड उपर तरतुं रहे छे, एटले कोईक वार एमां हिलचाल थाय के तरत धरतीकंपना आंचका लागे छे. ारना भौतिकशास्त्रना छेल्ला मत प्रमाणे भीतरमां उष्णता ो ज वधु होइने घणोखरो भाग प्रवाही अने वायुरूपे छे. म छतां आगळ जोई गया तेम अंदरनी घनता विशेष छे. एनुं ण एम मानवामां आवे छे के जेमजेम ऊंडा जईए तेमतेम रनुं दबाण घणुं ज वधी जवाथी प्रवाही के वायु पण घणा ज ाचाई जाय छे. ए दबाण एटलुं भयंकर होय छे के साधारण ु पण घनजेवी ज स्थितिमा आवी जाय छे. फक्त फेर मात्र टलो के अति उष्णताने लीधे एनां परमाणु घन वस्तुनी माफक कबीजाने वळगी जतां नथी.

उपरनां पडोनी अंदर अनेक संशोधनोथी क्यांक्यां तत्त्वो केवी थतिमां अने केटला प्रमाणमा छे ए घणी चोकसाइथी शोधी ायुं छे. एटले ए सर्वनी साधारण समीक्षा करवानी जरूर छे.

वातावरण

पृथ्वीनी आसपास हवानुं जे पड छे ते पृथ्वीनी सपाटीथी ०० थी ६०० माईलनी ऊंचाई सुधी विस्तरेलुं छे, अने कदाच णी ज पातळी अवस्थामा वधु ऊंचाइए पण हशे परंतु ए ाडनी जाडाई पृथ्वीनी लंबगोळ स्थितिने लीधे अने चक्रगतिने लीधे ुदेजुदे स्थळे एकसरखी नथी होती, विषुववृत्त उपरनुं पड ध्रुव ापरना पड करतां वधारे जाडुं होवानुं जणायुं छे.

એ વાતાવરણમાં અનેક જાતના વાયુ મિશ્રણરૂપે રહેલા છે. એટલા જ વાયુ પૂર્વે પણ હશે કે કેમ એ પ્રશ્ન ઘણો જ ચર્ચાસ્પદ છે. આમ છતાં એક વસ્તુ તો નિશ્ચિત છે જ કે પૂર્વે વાયુનાં પ્રમાણો હાલ કરતાં જુદાં જ હશે. પૃથ્વીમાં અનેક સ્થળેથી મળી આવતાં કોલસાનાં પડો પુરવાર કરે છે કે એમાંનો કોલસો પ્રથમ હવામાં રહેલા કાર્બન ડાયોકસાઈડ ગૅસમાંથી ઉત્પન્ન થયો હોવો જોઈએ. એક વૈજ્ઞાનિક તો એમ માને છે કે ચાક અને એવા કાર્બન ડાયોકસાઇડમાંથી ઉત્પન્ન થયેલા ક્ષારમાંનો વાયુ શરૂઆતમાં છૂટો હશે અને તેથી તેનું પ્રમાણ હાલના હવામાન કરતાં સો ઘણું વધારે હતું. આ રીતે જોતાં એમ લાગે છે કે ઘણા લાંબા કાળ ઉપર કાર્બન-ડાયોકસાઈડ ગૅસ તો ઘણા જ વિસ્તૃત પ્રમાણમાં હતો.

અત્યારે તો હવામાનનો મુખ્ય ભાગ નાઇટ્રોજન અને ઑક્સિજન છે. એ ઉપરાંત બીજા અનેક નિષ્ક્રિય વાયુ ઘણા સૂક્ષ્મ પ્રમાણમાં મળી આવે છે. ભેજ અને કાર્બન ડાયોકસાઈડ પણ થોડા પ્રમાણમાં ભળેલા છે. શહેરમાં અને ઘરોમાં ઑક્સિજનનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે, જ્યારે કાર્બન ડાયોકસાઇડનું પ્રમાણ વધારે હોય છે. કેટલાંક મિલવાળાં શહેરોમાં આ વાયુનું પ્રમાણ લગભગ બમણું થઈ જાય છે. એ વાયુ શ્વાસમાં લેવો એ હાનિકારક છે. વળી સર્વ વનસ્પતિ દિવસના કાર્બન ડાયોકસાઈડ શોષે છે અને રાતે બહાર કાઢે છે. એટલે એ વાયુના પ્રમાણમાં દિવસે અને રાત્રિએ પણ ફેર પડે છે. વળી જે વખતે વનસ્પતિ બરાબર ખીલી રહે છે તે વખતે લગભગ કાર્બન ડાયોકસાઇડ ૧૦ ટકા વધુ હોય છે. જો કે આ વાયુનું પ્રમાણ ઘણું થોડું છે, છતાં પૃથ્વી ઉપરની સર્વ વનસ્પતિને બાળવાથી જેટલો વાયુ પેદા થાય તેના કરતાં પણ વિશેષ જથ્થામાં એ આખા વાતાવરણમાં ભળેલો છે.

[1] હવામાં જુદાજુદા વાયુના કદનું પ્રમાણ નીચેના કોઠામાં બતાવ્યું છે :

	સેંકડે ટકા
નાઇટ્રોજન	૭૮.૦૩
ઑક્સિજન	૨૦.૯૪
ભેજ	૦.૧૨
આર્ગન	૦.૯૪
કાર્બન ડાયોક્સાઇડ	૦.૦૩
બાકીના વાયુ	૦.૦૨

જેમજેમ ઊંચે જઇએ તેમતેમ હવાનું બંધારણ એકસરખું રહેતું નથી. ૧૨૬ માઇલની ઉંચાઇએ આ પ્રમાણમાં ઘણો ફેરફાર થઈ જાય છે.

વળી જેમજેમ ઊંચે જઇએ છીએ તેમતેમ હવાની ઘનતા ઘટતી જાય છે. ૧૯૧૪૦ ફૂટ ઊંચાઇએ હવાની ઘનતા ફક્ત અર્ધી થઈ જાય છે. જો મનુષ્ય ૨૦૦૦૦ ફૂટથી વધુ ઊંચાઇએ જાય તો એને શ્વાસ લેવામાં પૂરતો ઑક્સિજન મળતો નથી અને વધારાના ઑક્સિજન માટે સાધન રાખવું પડે છે. ઑક્સિજન વાયુ લીધા વિના વધુમાં વધુ ૨૫૦૦૦ ફૂટ ઊંચે જ જઈ શકાય છે. વળી એટલી ઊંચાઇએ હવાનું દબાણ પણ એટલું તો ઓછું થઇ જાય છે કે શરીરની નસોમાંથી બહાર દબાણ થાય છે, જેને પરિણામે ઘણી વાર મોઢે અને નાકે લોહી પડે છે.

સૂર્યનો પ્રકાશ હવામાં થઇને આવે છે, પરંતુ ઉપરની હવા ગરમ હોતી નથી. એ પ્રકાશમાંથી ગરમી પૃથ્વીની સપાટી ઉપર જ ઉત્પન્ન થાય છે. આથી કરીને સપાટી નજીકની હવા વધુ ગરમ હોય છે, જ્યારે ઊંચે જઇએ તેમ વધુ ઠંડી હવા આવે છે. આને લઇને જ ઊંચા પર્વતો ઉપર હમેશાં બરફ ઠરી જાય છે.

એ વાતાવરણમાં અનેક જાતના વાયુ મિશ્રણરૂપે રહેલા છે. એટલા જ વાયુ પૂર્વે પણ હશે કે કેમ એ પ્રશ્ન ઘણો જ ચર્ચાસ્પદ છે. આમ છતાં એક વસ્તુ તો નિશ્ચિત છે જ કે પૂર્વે વાયુનાં પ્રમાણો હાલ કરતા જુદા જ હશે. પૃથ્વીમા અનેક સ્થળેથી મળી આવતા કોલસાનાં પડો પુરવાર કરે છે કે એમાંનો કોલસો પ્રથમ હવામા રહેલા કાર્બન ડાયોકસાઈડ ગૅસમાથી ઉત્પન્ન થયો હોવો જોઈએ. એક વૈજ્ઞાનિક તો એમ માને છે કે ચાક અને એવા કાર્બન ડાયોકસાઇડમાથી ઉત્પન્ન થયેલા ક્ષારમાંનો વાયુ શરૂઆતમા છૂટો હશે અને તેથી તેનુ પ્રમાણ હાલના હવામાન કરતા ઘણુ વધારે હતુ. આ રીતે જોતા એમ લાગે છે કે ઘણા લાબા કાળ ઉપર કાર્બન-ડાયોકસાઈડ ગૅસ તો ઘણા જ વિસ્તૃત પ્રમાણમા હતો.

અત્યારે તો હવામાનનો મુખ્ય ભાગ નાઇટ્રોજન અને ઑક્સિજન છે. એ ઉપરાત બીજા અનેક નિષ્ક્રિય વાયુ ઘણા સૂક્ષ્મ પ્રમાણમા મળી આવે છે ભેજ અને કાર્બન ડાયોકસાઈડ પણ થોડા પ્રમાણમા ભળેલા છે શહેરમા અને ઘરોમા ઑક્સિજનનુ પ્રમાણ ઓછુ હોય છે, જ્યારે કાર્બન ડાયોકસાઇડનુ પ્રમાણ વધારે હોય છે કેટલાક મિલવાળા શહેરોમા આ વાયુનુ પ્રમાણ લગભગ બમણુ થઈ જાય છે એ વાયુ શ્વાસમા લેવો એ હાનિકારક છે વળી સર્વ વનસ્પતિ દિવસના કાર્બન ડાયોકસાઈડ શોષે છે અને રાતે બહાર કાઢે છે. એટલે એ વાયુના પ્રમાણમા દિવસે અને રાત્રિએ પણ ફેર પડે છે. વળી જે વખતે વનસ્પતિ બરાબર ખીલી રહે છે તે વખતે લગભગ કાર્બન ડાયોકસાઇડ ૧૦ ટકા વધુ હોય છે. જો કે આ વાયુનુ પ્રમાણ ઘણુ થોડુ છે, છતા પૃથ્વી ઉપરની સર્વ વનસ્પતિને બાળવાથી જેટલો વાયુ પેદા થાય તેના કરતા પણ વિશેષ જથ્થામા એ આખા વાતાવરણમા ભળેલો છે.

હવામા જુદાજુદા વાયુના કદનુ પ્રમાણ નીચેના કોઠામા બતાવ્યુ છે :

	સેંકડે ટકા
નાઇટ્રોજન	૭૮.૦૩
ઑક્સિજન	૨૦.૯૪
ભેજ	૦.૧૨
આર્ગન	૦.૯૪
કાર્બન ડાયોક્સાઇડ	૦.૦૩
બાકીના વાયુ	૦.૦૨

જેમજેમ ઊંચે જઇએ તેમતેમ હવાનું બંધારણ એકસરખું રહેતું નથી. ૧૨૬ માઇલની ઉંચાઇએ આ પ્રમાણમાં ઘણો ફેરફાર થઈ જાય છે.

વળી જેમજેમ ઊંચે જઇએ છીએ તેમતેમ હવાની ઘનતા ઘટતી જાય છે. ૧૯૧૪૦ ફૂટ ઊંચાઇએ હવાની ઘનતા ફક્ત અર્ધી થઈ જાય છે. જો મનુષ્ય ૨૦૦૦૦ ફૂટથી વધુ ઊંચાઇએ જાય તો એને શ્વાસ લેવામાં પૂરતો ઑક્સિજન મળતો નથી અને વધારાના ઑક્સિજન માટે સાધન રાખવું પડે છે. ઑક્સિજન વાયુ લીધા વિના વધુમાં વધુ ૨૫૦૦૦ ફૂટ ઊંચે જ જઈ શકાય છે. વળી એટલી ઊંચાઇએ હવાનું દબાણ પણ એટલું તો ઓછું થઇ જાય છે કે શરીરની નસોમાંથી બહાર દબાણ થાય છે, જેને પરિણામે ઘણી વાર મોઢે અને નાકે લોહી પડે છે.

સૂર્યનો પ્રકાશ હવામાં થઇને આવે છે, પરંતુ ઉપરની હવા ગરમ હોતી નથી. એ પ્રકાશમાંથી ગરમી પૃથ્વીની સપાટી ઉપર જ ઉત્પન્ન થાય છે. આથી કરીને સપાટી નજીકની હવા વધુ ગરમ હોય છે, જ્યારે ઊંચે જઇએ તેમ વધુ ઠંડી હવા આવે છે. આને લઇને જ ઊંચા પર્વતો ઉપર હમેશાં બરફ ઠરી જાય છે. એવું માનવામાં આવે છે કે વાતાવરણમાં દાખલ થતા પહેલાં

તારાને લીધે હવાના ઉપરના પડમાં કદાચ કંઇક વિશેષ ગરમી હશે. એ સાધારણ ઉષ્ણ હવાનો પટ ૩૭ માઇલથી ઊંચે આવેલો છે. એ પડમાં વિદ્યુતના કણ અથવા વિદ્યુતભારવાહી કણ વિશેષ છે. આથી વિદ્યુતલહરીઓ (રેડિયોનાં મોજાં) એ પડથી પાછાં પરિવર્તન પામે છે. એ પડને સ્ટ્રેટોસ્ફીઅર કહેવામાં આવે છે.

વાતાવરણના સૌથી ઉપરના પડમાં હાઇડ્રોજન વાયુ ઘણા જ પ્રમાણમાં હોવો જોઇએ એમ મનાય છે; કારણ કે એ વાયુ બીજા કોઈ પણ વાયુ કરતા હળવો છે. ૬૨ માઇલ ઊંચે તો વાયુનો ૯૬ ટકા ભાગ હાઇડ્રોજનનો હશે.

હવામાનની અંદર ઉપરના વાયુ ઉપરાંત બીજા અનેક પદાર્થોની સૂક્ષ્મ રજકણ ધૂળરૂપે રહેલી છે. આ રજકણો સૂર્યના પ્રકાશનું વિકીરણ કરે છે. એને લઇને જ આકાશ કાળું હોવા છતાં ભૂરું દેખાય છે, પરન્તુ ૭૧ માઈલ ઊંચે જઈ શકાય તો ત્યાંથી આકાશ ભૂરું નહિ પરન્તુ કાળું જ દેખાય.

[પૃથ્વીની સપાટી ઉપર હવાનું દબાણ એક ચોરસ ઇંચ ઉપર ૧૪.૩ રતલ છે. આ ઉપરથી બધી હવાનું વજન કેટલું હશે એની ગણતરી કરી શકાય છે. હવાનું કુલ વજન ૫.૧×૧૦^૧૫ (એકાવન લાખ અબજ) ટન થાય છે. બધા વાયુનાં પ્રમાણ ઉપર આપ્યાં છે તેને આધારે ગણતરી કરતાં બીજા વાયુનું વજન પણ આંકી શકાયું છે તે નીચે આપ્યું છે :

	વજન અબજ ટનમાં
નાઇટ્રોજન	૩૮૬૦૦૦૦
ઑક્સિજન	૧૧૫૦૦૦૦
આર્ગન	૬૧૭૬૦
ભેજ	૧૩૨૦૦
કાર્બન ડાયોકસાઈડ	૨૧૬૦

હાઈડ્રોજન	૧૨૯
બીજા વાયુ	૧૦

હવામા હાઈડ્રોજન વાયુનું વજન પણ એટલું બધુ છે કે પૃથ્વીની સમસ્ત માનવજાતિના વજન કરતા ૨૩૦૦ ગણું થાય છે।

ગરમીને લીધે હવામા ઉત્પન્ન થતા પ્રવાહોને લઇને અને રાસાયનિક ક્રિયા ઉત્પન્ન કરનારા વાયુને લઇને પૃથ્વીની સપાટી ઉપર હવામાનની ઘણી અસર થાય છે એ વિષે હવે પછી ઉલ્લેખ કરવામા આવશે

સમુદ્રો

પૃથ્વીની સપાટીનો મુખ્ય ભાગ પાણીથી ઘેરાયેલો છે, જ્યારે ફક્ત ¼ ભાગમા જમીનની સપાટી દેખાય છે સમુદ્રની કુલ સપાટીનું ક્ષેત્રફળ ૧૪૪૭૧૨૦૦૦ ચોરસ માઇલ છે. સમુદ્રની ઊંડાઈ દરેક ઠેકાણે એકસરખી રહેતી નથી, પરંતુ ઠેરઠેર વત્તીઓછી હોય છે. આથી એના તળમા પણ પૃથ્વીની સપાટીજેવી જ અસમાનતા રહેલી છે ઊંચા ટેકરાઓ, વિસ્તૃત સપાટ પ્રદેશો, ઊંડી ખાઇઓ વગેરે સમુદ્રના તળને ઊંચેનીચે લાવે છે. સમુદ્રના તળની ઠેરઠેર ઊંડાઈ માપવામા આવી છે અને એ ઉપરથી લાગે છે કે સમુદ્રની સરેરાસ ઊંડાઈ ૨૦૦૦ થી ૩૦૦૦ ફૅધમ (એટલે કે ૨ થી ૩½ માઇલ) છે સમુદ્રની સૌથી વધુ ઊંડાઈ પૅસિફિક મહાસાગરમાં મળી આવેછે અને એ ૬ માઇલ, ૫ ફર્લાંગ જેટલી છે. બીજા મહાસાગરમા ચારથી પાચ માઈલ સુધીની ઊંડાઈ મળી આવે છે.

સમુદ્રની અંદર અનેક ક્ષારો ઓગળેલા હોવાથી એ પાણીની ઘનતા વરસાદના પાણીથી વધુ હોય છે, સમુદ્રના પાણીની સરેરાશ ઘનતા ૧.૦૨૬ છે, પરતુ એક જ સમુદ્રમા જુદાજુદા

ભાગમાં થેાડોઘણો ફેર પડે છે. ઉત્તર ઍટલૅંટિકમાં કેટલીક જગાએ ઘનતા ૧.૦૨૮ જેટલી માલૂમ પડે છે અને એનું કારણ ત્યાંનું ઉષ્ણ વાતાવરણ હોવું જોઇએ; કારણ કે તેથી પ્રમાણમાં પાણી વરાળરૂપે ઊડી જતું હશે. મોટી નદી સમુદ્રમાં મળે છે, અગર બરફ પીગળતો હોય એવી જગાએ ઘનતા ૧.૦૨૪ જેટલી થઈ જાય છે. પૃથ્વીના ઈતિહાસની શરૂઆતના વખતમાં અત્યારના સમુદ્ર અને તેમાં ઓગળેલા વાયુ વગેરે ઉષ્ણ પૃથ્વીની ઉપર વાતાવરણમાં વરાળરૂપે જ હશે. પ્રથમ જ્યારે પુષ્કળ દબાણવાળા વાતાવરણમાં વરાળ પાણીરૂપે ઠંડી પડી ત્યારે એ સમુદ્રની ઉષ્ણતા લગભગ ૧૦૦ ડિગ્રી (સેંટિગ્રેડ) જેટલી હશે. પાણીરૂપે નીચે ઠરવામા એની સાથે અનેક વાયુ દ્રાવણરૂપે ભળ્યા હશે. એટલે એમ માનવાને કારણ છે કે અત્યારના ઘણાખરા દ્રાવણના ક્ષારો એ સમુદના ઉત્પત્તિકાળથી જ અંદર ભળેલા છે. એમ પણ બને કે પ્રથમ સમુદ્ર નિઃસ્વાદ હશે, પરંતુ જમીનની સપાટી ઉપરથી સમુદ્રમાં ભળતાં પાણીદ્વારા જ ઘણો ખરો ક્ષાર દ્રાવણમા આવ્યો હોય. એટલું તો ચોક્કસ છે કે જમીનના ક્ષારો અને બીજાં તત્ત્વો સૂક્ષ્મ પ્રમાણમાં ધેાવાઇને સમુદ્રમાં ઓગળતાં જાય છે. આથી કરીને સમુદ્રની ખારાશ વધુ થતી જાય છે. બૅાલ્ટિક અને ભૂમધ્યસમુદ્રમાં તેા ખારાશ વધવાનું ચોક્કસ માલૂમ પડયું છે.

મહાસાગરના પાણીમાં સરેરાસ સેંકડે ૩$\frac{1}{2}$ ટકા ક્ષાર ભળેલો હોય છે. ઉષ્ણતા વધુ હોય એવી જગાએ નીચા સરોવરમાં એ પ્રમાણ વધુ હોય છે. દાખલા તરીકે, મૃત સમુદ્રમાં (જેની સપાટી સમુદ્રથી લગભગ ૧૩૦૦ ફૂટ નીચી છે તેમાં) ક્ષારનો ભાગ ૨૨ ટકા જેટલો છે. એના પાણીની ઘનતા ૧.૧૬ છે અને એથી કરીને તેનાં પાણીમાં માણસ ડૂબી શકતો નથી. આટલી બધી ખારાશને લીધે એમાં માછલાં પણ જીવી શકતાં નથી. એવું માલૂમ પડયું છે કે સમુદ્રમાં સત્તાવીશ જાતનાં તત્ત્વો એક યા બીજા રૂપે દ્રાવણમાં રહેલા

છે, જેમા સોડિયમ, પોટેશિયમ, મેગ્નેઝિયમ, કેલ્શિયમ, બ્રોમિન, અને ક્લોરિન મુખ્ય છે. નીચેના બે કોઠામા જુદાજુદાં તત્ત્વોનુ અને ક્ષારોનુ પ્રમાણ બતાવેલુ છે–(હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનનાં તત્ત્વોથી પાણીના પરમાણુ બંધાય છે)

તત્ત્વોના નામ	સેંકડે ટકા	ક્ષારનાં નામ	સેકડે ટકા
ઑક્સિજન	૮૫ ૩૯	સોડિયમ	
હાઇડ્રોજન	૧૦.૬૭	ક્લોરાઇડ (મીઠું)	૨ ૨૨૦
ક્લોરિન	૨ ૬૭	મેગ્નેઝિયમ	
સોડિયમ	૧ ૧૪	ક્લોરાઇડ	૦.૩૧૦
મેગ્નેઝિયમ		સલ્ફેટ	૦ ૧૩૩
કેલ્શિયમ		પોટાશિયમ	
પોટાશિયમ			
સલ્ફર	૧૩	સલ્ફેટ	૦ ૧૦૧
બ્રોમિન		બીજાં તત્ત્વો	૦ ૦૨૨
કાર્બન			

ઉપર બતાવેલા ક્ષારો ઉપરાત બીજા પણ અનેક વાયુ સૂક્ષ્મ પ્રમાણમા ઓગળેલા હોય છે. સમુદ્રમા જીવંત પ્રાણીઓ આ રીતે ઓગળેલી હવા લઈ જીવે છે ।

સમુદ્રને તળીએ સરેરાશ એક ચોરસ ઇંચ ઉપર ૨ ૪૪ ટનનું દબાણ થાય છે. એ દબાણ પૃથ્વીની સપાટી ઉપરના હવાના દબાણથી ૩૬૦ ગણું વધારે છે. સમુદ્રના પાણીનું વજન $૧ ૩૮ \times ૧૦^{૧૮}$ (૧૩૮ કરોડ અબજ) ટન થાય છે, અને પૃથ્વીના વજનનો ૨૦ હજારમો ભાગ છે. સમુદ્રના ક્ષારનું વજન $૪૮ ૩ \times ૧૦^{૧૫}$ (૪૮૩ લાખ અબજ) ટન છે. જો આખો સમુદ્ર સુકાઈ જાય તો બાકી રહેલા ક્ષારનો થર ૧૭૦ ફુટ ઊંડો થાય

સમુદ્રના તળિયામા પણ અનેક જાતની વનસ્પતિ ઊગે છે અને મોટાં વન ને વન જામી જાય છે. એ ઉપરાંત જીવંત પ્રાણીઓની

પણ અનેક જાતો હોય છે. કેટલીક જગાએ સૂક્ષ્મ પ્રાણી એટલા જથ્થામા ઉત્પન્ન થાય છે કે તેમના મરી જવાથી તેમના થર ને થર બાઝી જાય છે. જમીનની સપાટીની પેઠે સમુદ્રના ભીતરમાં પણ જ્વાળામુખી ફાટે છે અને ધરતીકંપના બનાવો બને છે. આથી એની સપાટીમાં પણ નિરંતર ફેરફારો થયા કરે છે.

સૂર્યના કિરણો સમુદ્રમા ૭૦૦ ફુટથી વધુ ઊંડા જઈ શકતાં નથી, એટલે ઊંડાણમા તો બીલકુલ અંધકાર છે. નીચેનું તળ બહુ ઊંડું ન હોય તો ઘણુંખરું રેતીથી પથરાયેનું હોય છે. ઘણા ઊંડા તળમા મત પ્રાણીના અવશેષોનો બનેલો ચૂનાજેવો કાદવવાળો કાપ પથરાયેલો હોય છે.

જમીન

જમીનની સપાટીનુ ક્ષેત્રફળ ૫૫૦૦૦૦૦૦ ચોરસ માઈલ છે. ખાસ કરીને ઉત્તર ગોળાર્ધમા જમીનનો વિશેષ ભાગ આવેલો છે. આ રીતે જમીનનો વિસ્તાર એક જ બાજુ કેમ થયો હશે એનુ ચોક્કસ કારણ શોધી કાઢવામા આવ્યું નથી.

નવી દુનિયામા (અમેરિકાવાળા ગોળાર્ધમા) જમીન ઉત્તરથી દક્ષિણે વિસ્તાર પામે છે, જ્યારે જૂની દુનિયામા (યુરોપ, એશિયા-વાળા ખંડમા) જમીનનો પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફનો વિસ્તાર લાગે છે. જૂની અને નવી દુનિયા ભૂતકાળમા એકબીજા સાથે સંકળાયેલી નહી હોય એમ લાગે છે પ્રથમ દૃષ્ટિએ પ્રાચીન કાળમા ઑસ્ટ્રેલિયા કદાચ એશિયા જોડે સંધાયેલો હશે એમ લાગે, પરંતુ એના ભૂરચનો ઇતિહાસ જોતા એમ લાગે છે કે એશિયા અને ઑસ્ટ્રેલીઆ એકવાર મહાન સમુદ્રથી વિભક્ત જ હતા.

જમીનનું ઘણા ભાગનું પૃષ્ઠ સમુદ્રની ક્ષિતિજથી ઊંચું છે. બધા ખંડોના ઊંચાઈ અને ક્ષેત્રફળ વગેરે નીચે બતાવવામાં આવ્યા છે:

ખંડનું નામ	ક્ષેત્રફળ ચોરસ માઈલમાં	સરેરાશ ઊંચાઈ ફૂટમાં	વધુમાં વધુ ઊંચાઈ ફૂટમાં
યુરોપ	૩૭૦૦૦૦૦	૧૦૮૨	૧૮૫૦૦
એશીઆ	૧૬૪૦૦૦૦૦	૨૩૧૩	૨૯૦૦૦
આફ્રિકા	૧૧૫૦૦૦૦૦	૨૧૫૫	૧૯૦૦૦
ઑસ્ટ્રેલીઆ	૩૦૦૦૦૦૦	૧૦૧૭	૭૨૦૦
ઉત્તર અમેરિકા	૭૫૦૦૦૦૦	૧૯૩૨	૧૯૨૦૦
દક્ષિણ અમેરિકા	૬૮૦૦૦૦૦	૧૯૩૭	૨૨૪૦૦
બધી જમીન	૫૫૦૦૦૦૦૦	૨૪૧૧	૨૯૦૦૦

સૌથી ઊંચામાં ઊંચો પ્રદેશ હિમાલય અને તિબેટનો છે. જગતની અંદર ઊંચામાં ઊંચુ શિખર ગૌરીશંકર (માઉંટ એવરેસ્ટ) છે અને એની ઊંચાઈ ૨૯૦૦૦ ફૂટથી પણ સહેજ વધુ છે. એની ઉપર ચડવાના અનેક પ્રયાસો નિષ્ફળ ગયા છે. વધુમાં વધુ ૨૭૦૦૦ ફૂટ સુધી માણસો પહોંચી શક્યા છે. વિમાનમાં ઊડીને ૧૯૩૩ માં એ શિખર ઉપર ચડાઈ કરવામાં આવી હતી. શિખરની બહુ જ નજીકના પ્રદેશોના ફોટોગ્રાફ પાડી લેવામાં આવ્યા હતા અને એ પ્રદેશની આબોહવાનું નિરીક્ષણ પણ કરવામાં આવ્યું હતું.

જમીનની સપાટીની રચના અનેક જાતની હોય છે, પરંતુ એને મુખ્યત્વે ત્રણ વર્ગમાં વહેંચી શકાય છે: પર્વત, ઉચ્ચપ્રદેશ અને સપાટ જમીન.

પર્વત: કેટલીક વાર પર્વત એ નામ સાધારણ ઊંચા આવેલા પ્રદેશને અગર ઊંચી ટેકરીઓને ભૂલથી આપવામાં આવે છે. ભૂસ્તરશાસ્ત્રમાં પર્વતના મુખ્ય ત્રણ પ્રકાર ગણવામાં આવ્યા છે. (૧) જમીન ઉપર એક જ સ્થળે ઢગલો થઈ આવેલો પર્વત. આ જાતમાં મુખ્યત્વે જ્વાળામુખી પર્વતો આવે છે. વિસુવીયસ, એટના અને ટેનેરીફના જ્વાળામુખી આના પુરાવારૂપ છે. ક્રીટ પર

જમીનના પડની હિલચાલથી પણ આવા ઉપસેલા ભાગ મળી આવે છે. પરંતુ એને આ જાતના પર્વતમાં ન જ લેખી શકાય. (૨) જમીનના ઉપસેલા ભાગનો સમૂહ જે ઘણે ભાગે ઉપરના ધોવાણ કે એવી રીતની અસરથી જ ઉત્પન્ન થયેલો હોય છે. આવી પર્વતની હાર બહુ લાંબી હોતી નથી, પરંતુ કેટલેક સ્થળે પરિમિત વિસ્તારમાં જ હોય છે. સ્કૉટલૅંડની ઉચ્ચ ભૂમિ, કમ્બરલૅંડ અને વેલ્સની ટેકરીઓ, કૅનેડાના લૉરેન્ટાઇડ પર્વતો, વિન્ધ્ય અને સહ્યાદ્રિઘાટો આ પ્રકારમાં આવે છે. (૩) એક ઊંચી અને લાંબી સમાન્તર પર્વતોની હારમાળા: એમાં એક હાર તૂટક રીતે બીજી હારમાં ભળી જતી હોય છે, પરંતુ એક જ દિશામાં વિસ્તાર પામે છે, અને વચ્ચેવચ્ચે ઊંચાં શિખરવાળા પર્વતો પણ આવે છે. આ પ્રકારના પર્વતો ખાસ કરીને પૃથ્વીના પડમાં ભીતરના દબાણથી થયેલા ફેરફારના પરિણામરૂપે જ ઉત્પન્ન થયેલા છે. પૃથ્વીની ઘણીખરી પર્વતની હાર આ જાતમાં આવે છે. હિમાલય આલ્પ્સ, કે ઍન્ડિઝના પર્વતો આ પ્રકારના છે.

હિમાલયની પ્રત્યેક હાર દક્ષિણ તરફ એકદમ ઢોળાવ પડતી હોય છે, જ્યારે ટિબેટના પ્રદેશ તરફ સાધારણ ઢોળાવ છે. ઉત્તર તરફના ઢોળાવ ઉપર હિમરેખા સુધી ઘણુંખરું જંગલો આવી રહેલાં છે, જ્યારે પશ્ચિમ તરફની કકણોમાં જૂજ વનસ્પતિ છે. હિમાલયની શરૂઆત પામિર (દુનિઆના છાપરા) માંથી થાય છે. આ કેન્દ્રમાંથી મધ્ય એશીઆની બીજી અનેક શાખાઓ નીકળે છે. પામિરથી અગ્નિકોણ તરફ એ પર્વતની હારો સમાન્તર આગળ વધે છે. દરેક હારની ઊંચાઇ ૧૭૦૦૦ ફુટથી વધુ છે. હિમાલયની હારોને ત્રણ મુખ્ય વિભાગોમાં વહેંચી નાંખવામાં આવી છે:

(૧) ઉચ્ચ હિમાલય: એ હાર તદન અંદરની છે અને એની ઊંચાઈ ૨૦૦૦૦ ફુટથી વધુ છે. એ હારમાં ગૌરીશંકર (માઉંટ એવરેસ્ટ ૨૯૦૦૦ ફુટ), કે૨ (K_2, ૨૮૨૫૦ ફુટ),

કાંચનગંગા) ૨૮૧૦૦ ફૂટ), ધવલગિરિ (૨૬૮૦૦ ફૂટ), નંગા, પર્વત (૨૬૬૦૦ ફૂટ) વગેરે દુનિયાનાં ઉચ્ચ શિખરો આવેલાં છે. (૨) મધ્ય હિમાલયઃ એ વચ્ચેની હાર ૧૨૦૦૦ થી ૧૫૦૦૦ ની ઊંચાઇની હોય છે. (૩) કનિષ્ઠ હિમાલય : ૩૦૦૦ થી ૪૦૦૦ ઊંચાઇની તળેટીના નાના પર્વતની હારોનો બનેલો છે. હિમાલયને ધે સમુદ્રનો ભેજ ઉત્તર તરફના પ્રદેશો તરફ જઈ શકતો નથી ને તેથી હિન્દમાં વરસાદ વધુ આવે છે, ત્યારે તિબેટ તરફના દેશ સૂકાતા જાય છે.

ખાસ કરીને આ છેલ્લા પ્રકારને જ ખરા પર્વતો ગણી શકાય. દરેક પર્વતની સાંકળો લાંબી અને લાંબી એક દિશામાં વિસ્તાર પામે છે, અને જમીનના પડની હિલચાલથી વળ પડીને ઉત્પન્ન થયેલા હોય એવો ચોખ્ખો ખ્યાલ આપે છે.

ઉચ્ચપ્રદેશ : સાધારણ રીતે ૧૦૦૦ ફૂટથી વધુ ઊંચાઇએ આવેલો ચડતોઊતરતો પ્રદેશ ઉચ્ચભૂમિ ગણી શકાય છે. આવા પ્રદેશો ઘણીવાર એકદમ ઢોળાવ ખાઇ સમુદ્રમાં મળી જાય છે, અગર તો બહુ જ ઓછો ઢોળાવ લઈ ધીમેધીમે સપાટ ભૂમિને મળી જાય છે. સ્પેનનો ઉચ્ચ પ્રદેશ એકદમ નીચે ઢળી સમુદ્રમાં મળે છે. મિસુરીનો પશ્ચિમનો વિશાળ પ્રદેશ ક્રમશઃ ઊંચો થઈ સમુદ્રથી ૪૦૦૦ થી ૫૦૦૦ ફૂટ ઊંચાઇએ પહોંચે છે. ઘણીવાર ઉચ્ચપ્રદેશ આજુબાજુ ઊંચા પર્વતથી ઘેરાયેલો હોય છે. કેટલાક ઉચ્ચ પ્રદેશમાં વચ્ચે પણ પર્વતો હોય છે. દક્ષિણ હિન્દનો જ્વાળામુખીથી ઉદ્‌ભવેલો પ્રદેશ (ડેક્કન ટ્રેપ) આ જાતમાં આવે છે.

સપાટ ભૂમિ : ૧૦૦૦ ફૂટથી નીચે આવેલી ભૂમિને આ કક્ષામાં લેખવામાં આવે છે. ઘણે ભાગે આવા પ્રદેશો સમુદ્રની નજીક અને નદીના તળની આસપાસ ઊંડે સુધી આવેલા હોય છે. દુનિયામાં સૌથી વિશાળ સપાટ પ્રદેશ બ્રિટિશ દ્વીપની નજીક

જમીનના પડની હિલચાલથી પણ આવા ઉપસેલા ભાગ મળી આવે છે. પરંતુ એને આ જાતના પર્વતમાં ન જ લેખી શકાય. (૨) જમીનના ઉપસેલા ભાગનો સમૂહ જે ઘણે ભાગે ઉપરના ધોવાણ કે એવી રીતની અસરથી જ ઉત્પન્ન થયેલો હોય છે. આવી પર્વતની હાર બહુ લાંબી હોતી નથી, પરંતુ કેટલેક સ્થળે પરિમિત વિસ્તારમાં જ હોય છે. સ્કૉટલૅંડની ઉચ્ચ ભૂમિ, કમ્બરલૅંડ અને વેલ્સની ટેકરીઓ, કૅનૅડાના લૉરેન્ટાઇડ પર્વતો, વિન્ધ્ય અને સહ્યાદ્રિઓ આ પ્રકારમાં આવે છે. (૩) એક ઊંચી અને લાંબી સમાન્તર પર્વતોની હારમાળાઃ એમાં એક હાર તૂટક રીતે બીજી હારમાં મળી જતી હોય છે, પરંતુ એક જ દિશામા વિસ્તાર પામે છે, અને વચ્ચેવચ્ચે ઊંચા શિખરવાળા પર્વતો પણ આવે છે. આ પ્રકારના પર્વતો ખાસ કરીને પૃથ્વીના પડમાં ભીતરના દબાણથી થયેલા ફેરફારના પરિણામરૂપે જ ઉત્પન્ન થયેલા છે. પૃથ્વીની ઘણીખરી પર્વતની હાર આ જાતમાં આવે છે. હિમાલય આલ્પ્સ, કે એન્ડિઝના પર્વતો આ પ્રકારના છે.

હિમાલયની પ્રત્યેક હાર દક્ષિણ તરફ એકદમ ઢોળાવ પડતી હોય છે, જ્યારે ટિબેટના પ્રદેશ તરફ સાધારણ ઢોળાવ છે. ઉત્તર તરફના ઢોળાવ ઉપર હિમરેખા સુધી ઘણુંખરું જંગલો આવી રહેલાં છે, જ્યારે પશ્ચિમ તરફની કંદરાઓમાં જૂજ વનસ્પતિ છે. હિમાલયની શરૂઆત પામિર (દુનિઆના છાપરા) માંથી થાય છે. આ કેન્દ્રમાંથી મધ્ય એશીઆની બીજી અનેક શાખાઓ નીકળે છે. પામિરથી અગ્નિકોણ તરફ એ પર્વતની હારો સમાન્તર આગળ વધે છે. દરેક હારની ઊંચાઇ ૧૭૦૦૦ ફૂટથી વધુ છે. હિમાલયની હારોને ત્રણ મુખ્ય વિભાગોમાં વહેંચી નાંખવામાં આવી છેઃ

(૧) ઉચ્ચ હિમાલયઃ એ હાર તદન અંદરની છે અને એની ઊંચાઈ ૨૦૦૦૦ ફૂટથી વધુ છે. એ હારમાં ગૌરીશંકર (માઉંટ એવરેસ્ટ ૨૯૦૦૦ ફૂટ), કે૨ (K_2, ૨૮૨૫૦ ફૂટ),

કાચનગગા) ૨૮૬૦૦ ફૂટ) ધવલગિરિ (૨૬૮૦૦ ફૂટ), નગા, પર્વત (૨૬૬૦૦ ફૂટ) વગેરે દુનિઆના ઉચ્ચ શિખરો આવેના છે (૨) મધ્ય હિમાનય એ વચ્ચેની હાર ૧૨૦૦૦ થી ૧૫૦૦૦ ફૂટની ઊંચાઈની હોય છે (૩) કનિષ્ઠ હિમાનય ૩૦૦૦ થી ૪૦૦૦ ફૂટ ઊચાઈની તળેટીના નાના પર્વતની હારોનો બનેલો છે હિમાનયને લીધે સમુદ્રનો ભેજ ઉત્તર તરફના પ્રદેશો તરફ જઈ શકતો નથી અને તેથી હિન્દમા વરસાદ વધ આવે છે ત્યારે તિબેટ તરફના પ્રદેશ સૂકાતા જાય છે

ખાસ કરીને આ રેતાળ ભાગને જ ખાગ પર્વતા ગણી શકાય એ દરેક પર્વતની સાંકળો નાની અને નાની એક દિશામા વિસ્તાર પામે છે, અને જમીનના પડની હિલચાલથી વળ પડીને ઉત્પન્ન થયેલા હોય એવો ચોખ્ખો ખ્યાલ આવે છે

ઉચ્ચપ્રદેશ સાધારણ રીતે ૧૦૦૦ ફૂટથી વધુ ઊચાઈએ આવેલો ચડતોઊતરતો પ્રદેશ ઉચ્ચભૂમિ ગણી શકાય છે આવા પ્રદેશો ઘણીવાર એકદમ ઢોળાવ ખાઈ સમુદ્રમા મળી જાય છે, અગર તો બહુ જ ઓછો ઢોળાવ લઈ ધીમેધીમે સપાટ ભૂમિને મળી જાય છે સ્પેનનો ઉચ્ચ પ્રદેશ એક મ નીચે ઢળી સમુદ્રમા મળે છે મિસુરીનો પશ્ચિમનો વિશાળ પ્રદેશ ક્રમશ ઊંચો થઈ સમુદ્રથી ૪૦૦૦ થી ૫૦૦૦ ફૂટ ઊચાઈએ પહોચે છે. ઘણીવાર ઉચ્ચપ્રદેશ આજુબાજુ ઊચા પર્વતથી ઘેરાયેલો હોય છે કેટલાક ઉચ્ચ પ્રદેશમા વચ્ચે પણ પર્વતો હોય છે દક્ષિણ હિન્દનો જ્વાળામુખીથી ઉદ્ભવેલો પ્રદેશ (ડેક્કન ટ્રૅપ) આ જાતમા આવે છે

સપાટ ભૂમિ ૧૦૦૦ ફૂટથી નીચે આવેલી ભૂમિને આ કક્ષામા લેખવામા આવે છે ઘણે ભાગે આવા પ્રદેશો સમુદ્રની નજીક અને નદીના તળની આસપાસ ઊંડે સુધી આવેલા હોય છે દુનિયામા સૌથી વિશાળ સપાટ પ્રદેશ સિઝિશ ટાપૂની નજીક

યુરોપખંડમાં નડે થઈ એશિયામાંગે એશિયામાં વિસ્તાર પામે છે. આ પ્રદેશનો ઉત્તરનો વિભાગ આર્ક્ટિક પ્રદેશના સમુદ્રથી પણ નીચો જાય છે. યુરલપર્વતની દક્ષિણનો ભાગ નીચે આવી કાસ્પિયનસમુદ્રને મળે છે; અને એ સમુદ્ર લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ ઊંડો જાય છે. અમેરિકામાં પૂર્વ કિનાર ઉપર પણ આવો વિસ્તૃત પ્રદેશ આવેલો છે. સિંધુનદીનો પ્રદેશ અને ગંગાનો પ્રદેશ આ કક્ષામાં આવે છે

સમુદ્ર કિનારો જમીન અને સમુદ્રની સપાટી મળે એ જમીનની કોરી તપાસીએ તો એમાં અનેક ખાચાખૂંચી હોય છે ખાસ કરીને ઉત્તર વિભાગના કિનારામાં વિશેષ ખાચા માલૂમ પડે છે સમુદ્ર જમીનની સપાટીને તોડી નાખીને ખાચાવાળી, અખાતોવાળી અને ભૂશિરોવાળી બનવે છે આથી બંદરો બાંધવામાં અને વહાણવટુ ચલાવવામાં પણ મદદ મળે છે. આ કામમાં બીજા દેશો કરતા યુરોપ વધારે ભાગ્યશાળી છે એ નીચેના આંકડાથી જણાશે

ખંડનું નામ	એક માઈલ લાંબો કિનારો કેટલા ક્ષેત્રફળ સપાટીને ભાગે આવે છે ? (ચોરસ માઈલમાં)
યુરોપ	૧૪૩
ઉત્તર અમેરિકા	૨૬૫
એશિયા (ટાપુ સહ્ધા)	૪૬૯
આફ્રિકા	૮૯૫
દક્ષિણ અમેરિકા	૪૩૪
ઑસ્ટ્રેલીઆ	૩૩૨

આ ઉપરથી જણાશે કે બીજા કોઈ પણ દેશ કરતા યુરોપને

સમુદ્રની અસર સૌથી વિશેષ થઈ છે. આમ છતાં કિનારાની જમીનની પરિસ્થિતિનો પણ ખ્યાલ કરવાની જરૂર છે, કારણકે કિનારો ખડકોવાળો હોય તો સમુદ્રની અસર થોડી થાય છે. એટલું તો ચોક્કસ છે કે અત્યારના સમુદ્રના કિનારા ઉપર અનેક રીતના ફેરફારો સતત થયા કરે છે. સમુદ્રની અંદર દૂર સુધી જતી ભૂશિરો એ બતાવી આપે છે કે આસપાસનો માટીવાળો પ્રદેશ ધોવાઈ ગયેલો હોય છે, જ્યારે ખડકવાળી ભૂમિ ભૂશિરરૂપે રહેલી છે. કેટલીક જગાએ સમુદ્ર પાછળ હઠતો જાય છે અને નવા કિનારા બનતા જાય છે.



ભૂકવચઃ પાષાણોના પ્રકાર

ખાસ કરીને પૃથ્વીનાં ઉપરનાં ત્રણ પડમાં ભૂકવચ એટલે જમીનનાં પડોની રચના બહુ જ અટપટી છે. જમીનમાં જેમજેમ ઊંડા જઈએ તેમતેમ જુદીજુદી જાતનાં પડો માલૂમ પડે છે. એ પડોને ભૂસ્તરપડ અથવા સ્તર કહેવામાં આવે છે. એ સ્તરો કેમ ઉત્પન્ન થયાં હશે અને એમાં કેવી જાતની વિકૃતિ ચાલી રહી હશે એ જાણવું બહુ મુશ્કેલ છે. એનું મુખ્ય કારણ તો એ છે કે ભૂસ્તરપડોને બંધાતાં ઘણો સમય લાગે છે અને એ જ પ્રમાણે અનેક કારણોને લીધે એમાં થતી વિકૃતિ અગર ફિલચાલ એટલી ધીમી હોય છે કે થોડા વર્ષનું અવલોકન અર્થ વગરનું થઇ પડે છે. મનુષ્યનું રહેઠાણ જમીન છે, અને જમીનના ગર્ભમાંથી અનેક જાતનાં ઉપયોગી તત્ત્વો મેળવી એ શક્તિ ઉત્પન્ન કરે છે એટલા પૂરતું જમીનનાં સ્તરોમાં થતા ફેરફાર અને એના બંધારણ વિષેનું જ્ઞાન ખાસ અગત્યનું છે. એ પડો કેવી અને કેટલી જાતનાં છે એ આ પ્રકરણમાં બતાવવામાં આવ્યું છે.

જુદીજુદી જાતનાં ભૂસ્તરપડ બાંધનારી જમીનને સામાન્ય રીતે ખડક અગર પાષાણ એવું નામ આપવામાં આવે છે. એટલે જ્યાં જ્યાં પાષાણ શબ્દ વપરાય ત્યાં ત્યાં એમ જ સમજવાનું છે કે એ અમુક જાતની ભૂસ્તરપડ બાંધનારી જમીનનો એક પટ છે. આથી કોલસાનાં પડ, ચાકનાં પડ, રેતાળ પડ, અથવા માટીનાં પડ, એ સર્વ પાષાણના જુદાજુદા પ્રકાર જ છે. ભૂસ્તરશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ જમીનના ખડકોને મુખ્ય ત્રણ વિભાગમાં વહેંચી નાંખવામાં આવ્યા છે:

(૧) જલકૃત પાષાણ: એ હવા અગર પાણીમાંથી રાસાયણિક કે ભૌતિક ક્રિયાથી ઉત્પન્ન થયા હોય છે. આમાં પ્રાણી અને વનસ્પતિના વિનાશમાંથી ઉત્પન્ન થયેલા પાષાણનો સમાવેશ થાય છે.

(૨) આગ્નેય પાષાણ : આ ખડકો પૃથ્વીના ગર્ભમાંથી

નીકળેલા ગરમ પદાર્થોના બનેલા હોય છે.

(૩) રૂપાન્તર પામેલા અથવા વિકૃત પાષાણ આમા ખાસ કરીને પૃથ્વીના ઉપરના પડના દબાણને લીધે વિકૃતિ પામેલા પાષાણનો સમાવેશ થાય છે. એ વિકૃતિને લીધે તેમનુ અસલ સ્વરૂપ કેવુ હશે એ જાણવુ અશક્ય થઈ પડે છે.

ઉપર દર્શાવેલા વર્ગીકરણ સિવાય બીજી પણ એકમે ગીને એના વર્ગ પાડવામા આવ્યા છે. ઉપર દર્શાવેલા વર્ગીકરણમા પાષાણના રાસાયણિક બંધારણનો ફેરફાર નોંધવામા આવતો નથી, એટલે રાસાયણિક દૃષ્ટિએ પણ પાષાણની અનેક વિભાગમાં વર્ગણી કરી શકાય છે. વળી પાષાણના હમેશા સ્તર બંધાયેલા હોતા નથી, એટલે દરેક જાતના પાષાણને સ્તરવાળા અને સ્તરવિનાના વિભાગમા વહેચી શકાય છે. આ ઉપગત ભૂસ્તરપડોની એક મહત્ત્વની વર્ગણી ઉપગના પ્રમાણમા કરવામા આવી છે

જલકૃત પાષાણ

જલકૃત પાષાણની પણ અનેક જાતો છે જેમા મુખ્ય નીચેની છે: ૧ વેળુપાષાણ એટલે ખાસ કરીને પાણીથી ધોવાઈ ભેગા થયેલા રેતી અને કાકરા વડે ઉત્પન્ન થયેલા ખડક. ૨ માટીના પાષાણ એ વર્ગમા ખાસ કરીને અતિસૂક્ષ્મ રજકણોમાથી કાદવરૂપે ઉત્પન્ન થયેલા પાષાણ આવે છે. ૩ જ્વાળામુખીમાથી ઊડીને આવેલા રાખ કે ટુકડામાથી ઉદ્ભવેલા પાષાણ ૪ શકરણ અથવા વનસ્પતિ અને જીવંત પ્રાણીના અવશેષના ખડમય પાષાણ ૫ સ્ફટિકરૂપી રાસાયણિક ક્રિયાથી ઉદ્ભવેલા પાષાણ

૧ વેળુપાષાણ એ પાષાણ ખાસ કરીને અનેક જાતના ખડકો અને પર્વતોની ઉપર હવામાન, વરસાદ, પાણી, હિમ, સમુદ્ર અને એવી પ્રકારની અસરથી રેતી અને કાકરીરૂપે જમા થાય છે એની અંદર અનેક જાતના પદાર્થો મિશ્રિત હોય છે. એમા નાના

રજકણો ઘનતાના પ્રમાણમાં ઉપરનીચે ગોઠવાય છે, અને એથી સ્તરરૂપે એના ખડકો બંધાય છે. પાણીથી ઘસડાઇને કાંપ બાઝી ઉત્પન્ન થયેલા હોઇને એવા ખડકોમાં ઘણીવાર વનસ્પતિ કે પ્રાણીના છૂટા અવશેષો સાથે ઠરી જાય છે. આ જાતના સ્તરોના ખાસ કરીને પથ્થરની કાંકરીથી ઉત્પન્ન થયેલા ખડક મુખ્ય છે.. મોટા ગોળ પથ્થરમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી એક જાતને અંગ્રેજીમાં કૉંગ્લોમરેટ કહેવામાં આવે છે.

(૨) માટીના પાષાણ: આ પાષાણના રજકણો એકદમ સૂક્ષ્મ હોય છે અને એ પણ પાણીની સાથે ઘસડાઇને જલકાર રૂપે ઉત્પન્ન થયેલા હોય છે. ઝીણા રજકણો પાણીમાં લાંબો વખત નીચે ઠરી ગયા વિના દૂર ઘસડાઈ જાય છે. આ રીતે ઉત્પન્ન થયેલા ખડકો માટીના પાષાણ કહેવાય છે. પરંતુ એ માટીના પણ અનેક પ્રકાર હોય છે. ખાસ કરીને માટીનો રંગ સફેદ, કાળો, પીળો, રાતો અગર તો ભૂરાશ પડતો પણ હોઈ શકે, અને દરેક માટીનું રાસાયણિક બંધારણ તદન જુદું હોઈ શકે.

(૩) જ્વાળામુખીમાંથી ઉદ્ભવેલી વસ્તુના ખંડમય જલકાર પાષાણ: આમાં ખાસ કરીને જ્વાળામુખીમાંથી ઊડેલાં રાખ અને ટુકડાઓના સ્તર બંધાય છે. આમાં પણ અનેક જાતો હોય છે, પરંતુ મુખ્યત્વે એ જલકાર ખડકો જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતી વસ્તુઓ ધોવાઈને બંધાયેલા હોય છે.

(૪) સકરણ પાષાણ: આ પાષાણ ખાસ કરીને જીવંત પ્રાણીના અથવા વનસ્પતિના અવશેષના જલકારમાંથી બનેલા હોય છે. એ ખડકો કયાં તો એક જ જગાએ પ્રાણીના અવશેષ ઠરી રહેવાથી ઉત્પન્ન થયા હોય છે, અગર એ અવશેષોના પાણીથી ધોવાઈને બીજે સ્તર બંધાયા હોય છે. આમાં મુખ્યત્વે ચાકના ખડકો આવે છે. ચાકને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાંથી જોવામાં આવે તો એની રચના પ્રાણીના અવશેષોનો ખ્યાલ આપે છે. ખાસ કરીને

સમુદ્રમા ઉત્પન્ન થતી અનેક જાતની માછલી અને જતુ મરી જાય છે ત્યારે તેમના અવશેષનુ ચાકમા રૂપાન્તર થાય છે, કારણ કે એમના શરીરમા ચાક્નુ તત્ત્વ કેલ્શિયમ વધુ પ્રમાણમા હોય છે. આ જાતના ચાકના ખડકો સેંકડો માઈલના વિસ્તાર સુધી મળી આવે છે અને એ થરો હજારો ફૂટ જાડાઈના હોય છે. દાખલા તરીકે ગ્રેટબ્રિટન અથવા બેલ્જિયમના ચાકના પર્વતોની અંદર વારાફરતી અનેક જાડાઇના સ્તરો માલૂમ પડે છે અને એ સર્વની જાડાઇ હજારો ફૂટ જેટલી થાય છે એ ચાકના પાષાણ ઘણીવાર એકદમ ઘન સ્થિતિમા અને જથ્થાબધ મળી આવે છે, જ્યારે કેટલીક વાર છૂટા રજકણો માટીમા ભેળાઈને મિશ્રણરૂપે હોય છે આ જાતના પાષાણમા પરવાળાના ખડકોનો પણ સમાવેશ થાય છે પરવાળાના મોટા પહાડો આશ્ચર્યજનક ઝડપે બધાય છે ઑસ્ટ્રેલિયાના કિનારા નજીક ૧૨૦૦ માઈલ લાબી અને ૫૦ ફૂટ પહોળી ખડકની હાર બધાએલી છે એ પરવાળાના જતુને આભારી છે એક પ્રકારના દરીઆઇ પક્ષીની હગારમાથી પણ ગૌનો નામનો એક જાતનો થર બધાય છે અને તેમાથી વખત જતા પાષાણ ઉત્પન્ન થાય છે દક્ષિણ અમેરિકાના પશ્ચિમ કિનારા ઉપર આ જાતના સો ફૂટ જાડા થર મળી આવે છે

વનસ્પતિમાથી ઉત્પન્ન થતા પાષાણ પણ સકરણ જાતમા જ ગણાય છે વનસ્પતિના પાષાણમા કોલસો મુખ્ય છે કોલસો કેમ બધાયો હશે એ સ્કૉટલૅંડ અને આયરલૅંડમાથી મળી આવતા વનસ્પતિની સેવાળના થર ઉપરથી જાણી શકાય છે એવા સેવાળના થરને અગ્રેજીમા પીટ (Peat) કહેવામા આવે છે જે જગાએ પીટ મળે છે એ ભાગ નીચાણના ભીનાશવાળા પ્રદેશમા હોય છે જે જગાએ લીલ બાઝે છે એને તપાસતા માલૂમ પડે છે કે નાનાનાના ઝાડના અને વેલાના મૂળ ઉપર એક પડ બાઝતુ

નીચેનાં પડ કાળાં પડી જાય છે. એ ભીનાશવાળો કાળો ભાગ સૂકવવામાં આવે તો બળતણ તરીકે વાપરી શકાય છે. એવા પીટના થર લગભગ ત્રીસ કે ચાળીસ ફૂટ જાડા હોય છે. એ સ્તરની તદ્દન નીચે ચાકના જેવા અવશેષો મળી આવે છે, એને તપાસતાં ખાતરી થાય છે કે પ્રથમ એ જગાએ મીઠા પાણીનો જથ્થો હોવો જોઇએ અને એ પીટ પાણીમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી વનસ્પતિને લીધે જ બંધાય છે. આવી જ રીતે ખનીજ કોલસાના ખડકો પણ વનસ્પતિના થર ને થર જમા થઇ દબાઇ જવાથી ઉત્પન્ન થયેલા છે. ખનીજ કોલસો અને સાધારણ લાકડાં બાળીને ઉત્પન્ન કરેલા કોલસામાં કશો યે ફેર નથી; ફક્ત ખનીજ કોલસો ઉપરના દબાણને લઇને વધુ ઘટ્ટ હોય છે. કોલસાના પડના નીચેના ભાગમાં ઝીણા રેસારૂપી આછા કોલસાના શેષ હોય છે, જે બતાવે છે કે એ નીચેના ભાગમાં ઝાડના મૂળિયાંના કોલસા છે. આવી જાતના પડમાંથી ઘણીવાર કોલસાને બદલે પેટ્રોલિયમ વગેરે ખનીજ તેલ નીકળે છે. આ તેલ અંદરના દબાણ અને ગરમીને લઇને કોલસામાંથી ઉત્પન્ન થાય છે, અને એમાં કોલટાર, કેરોસીન, પેટ્રોલ વગેરે એક જાતના તેલનો સમાવેશ થાય છે.

(૫) સ્ફટિકરૂપી જલક્ષાર પાષાણ: આ પાષાણ ખાસ કરીને પાણીમાં ઓગળેલા ક્ષારમાંથી બને છે. પાણી સૂકાઇ જાય છે અથવા ક્ષારનું પ્રમાણ વધી જાય છે ત્યારે વધારાના ક્ષારના જથ્થાના સ્ફટિકવાળા પાષાણ બંધાય છે. ચાકના પથ્થર (લાદી) એ પણ જલક્ષાર પાષાણો છે. એ જાતમાં પોરબંદરની લાદી પ્રખ્યાત છે. એ વેળુમાં ચાકના પાષાણ છે અને બહુ જ અર્વાચીન રચનાના પડમાંથી બનેલા છે. એ જ રીતે સિમેન્ટ બને તેવા (કાંકરેટ) પાષાણ કટની (જબલપુર), સટના (રેવા સંસ્થાન) અને શાહાબાદ (બંગાળા)માંથી મળી આવે છે, અને એનો મોટો ઉદ્યોગ ચાલે છે. પાણીનો બરફ બંધાય છે, એ પણ સ્ફટિક પાષાણની



જબલપુરના આરસના ખડકો

ગણતરીમાં આવે છે. આવા બરફના ખડકો ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવમાં પુષ્કળ જથ્થામાં સદાને માટે બંધાયેલા રહે છે. પર્વતોનાં શિખર ઉપર પણ અમુક હદથી વધુ ઊંચાઈએ બરફ બંધાયેલો રહે છે. ઘણુંખરું ૨૨૦૦૦ હજાર ફૂટથી (હિમરેખાથી) વધુ ઊંચા પર્વતો હોય તેનાં શિખર ઉપર હમેશાને માટે બરફ બંધાયેલો રહે છે. સ્ફટિક પાષાણોમાં ખાસ કરીને ધાતુના ક્ષારો વિશેષ હોય છે કારણ કે ઘણીખરી ધાતુના ક્ષાર સ્ફટિકરૂપે બંધાય છે.

આગ્નેય પાષાણ

આ જાતના પાષાણ પૃથ્વીના ગર્ભમાંથી ઉપર આવેલા લાવા, રાખ, અથવા શિલામાંથી ઉત્પન્ન થયેલા છે, અને ઘણે ભાગે જ્વાળામુખી પર્વતોની આજુબાજુ એના સ્તરો માલૂમ પડે છે. મૃત જ્વાળામુખીની આસપાસ પણ આવી જાતના પાષાણ મળી આવે છે. જો જ્વાળામુખી ઘણા લાંબા કાળ ઉપર મૃત થયેલો હોય તો એ પાષાણ કદાચ પાણીથી અગર હવામાનની અસરથી ધોવાઇ જઈને જળકાર પાષાણના બંધારણમાં ચાલ્યા ગયેલા હોય છે. છતાં એ ખડકો મોટે ભાગે ઘણા સખત હોવાથી અસલ સ્થિતિમાં કાયમ રહે છે. આવા પાષાણના ટુકડાને વિપુલદર્શક કાચમાંથી જોઈએ તો એમાં મુખ્યત્વે બે જાત માલૂમ પડી આવે છે: એક પ્રકારને બિલોરી પાષાણ અને બીજાને ખંડમય આગ્નેય પાષાણ કહેવામાં આવે છે. બિલોરી (આગ્નેય) ખડકમાં ગ્રેનાઈટનો પાષાણ મુખ્ય છે. આ પાષાણ પાણીની વરાળ અને વાયુનાં મિશ્રણ સાથે ઘન થયેલો હોઈ ને એમાં નાનાં છિદ્રો અને ખાડા પડેલા હોય છે. ખંડમય આગ્નેય પાષાણમાં સ્ફટિકરૂપ ભાગો વિશેષ હોય છે. બેઝાલ્ટ નામના પાષાણ આ જાતમાં ગણી શકાય. એ પાષાણ ઘણીખરી જ્વાળામુખીવાળી ભૂમિમાં મળી આવે છે, અને એની રચના પણ ઘણી જ સુંદર પ્રકારની હોય છે. એમાં પણ જુદીજુદી અનેક જાતો હોય છે. હિન્દની દક્ષિણની ભૂમિ જે ડેક્કન ટ્રેપ એ નામે ઓળખાય છે એ આ જાતના બેઝાલ્ટની બનેલી છે.

વિકૃત (રૂપાન્તર પામેલા) પાષાણ

આ જાતના પડમાં બહારના દબાણથી ઘણી જ વિકૃતિ થયેલી હોય છે. આમાં જળકૃત પાષાણ અને આગ્નેય પાષાણોનો સમાવેશ થાય છે. કેટલીક વાર એમાંના કયા જળકૃત પાષાણ છે અને કયા આગ્નેય છે એ સમજવું મુશ્કેલ થઈ પડે છે. પ્રથમના ખડકમાં ઉપરના દબાણથી તડ પડી જાય. એના રજકણો અમુક એક જ દિશામાં વિકૃતિ પામતાં તેની સ્ફટિકની રચના થાય છે. ઘણો કાળ જતાં સાદા પાષાણ પણ સ્ફટિક જેવા જ બની રહે છે. આમાં ખાસ કરીને સિલિકા (રેતી)ના તત્ત્વો હોય છે. આ જાતના સ્ફટિકમાં એક નવીનતા એ હોય છે કે એની એક દિશાની રચના બીજી દિશાની રચનાને મળતી આવતી નથી. એનું કારણ એ હોય છે કે ઉપરના દબાણથી બધા રજકણો સમાન્તર હારમાં ગોઠવાઈ જાય અને પડ જેવી રચનાના ખડકો રચે છે. કેટલાક આવા પડો પણ ઉપરના ને નીચેના પડમાં ગૂંથાઈ જાય છે અને એથી એનું સ્વરૂપ બરાબર ખુલ્લી રીતે દેખાઈ આવતું નથી. રાસાયણિક ક્રિયા અને ગરમીને લઈને પણ એમાં અનેક જાતની વિચિત્ર પ્રકારની રચના ઉદ્ભવે છે. ક્વાર્ટ્ઝ નામનો (પથ્થરનો [illegible]) પાષાણ [illegible], વગેરે આ જાતના પાષાણના ઉદાહરણો છે.

આ જાતના પાષાણમાં આરસના સ્ફટિક પાષાણો રાજપૂતાનામાં ખાસ કરીને મળી આવે છે. મેકરાણા (જોધપુર), ખારવા (અજમેર), મૌ[illegible]ના અને રૈ[illegible]નાના (જયપુર), દાદીકર (અલવર), જબલપુર, વગેરે સ્થળોથી રંગબેરંગી અને ખૂબસૂરત આરસ મળી આવે છે. એ જ આરસોમાંથી તાજમહાલ બંધાયો છે. ક્વાર્ટ્ઝના પાષાણ ખાસ કરીને જબલપુર અને અંબાલામાંથી મળી આવે છે. આખા જગતમાં અભ્રકના (પાષાણ) પડો હિન્દમાં વધુમાં વધુ છે અને દર વર્ષે ૪૦૦૦૦ હન્ડ્રેડવેટ સુધીના માલની નિકાસ કરવામાં આવે

–છે; એનું ઉત્પન્ન ૪૫ લાખ રૂપીઆ થાય છે. છટર, હઝારીબાગ, ગયા, મોંગીર અને નેલોરમાં એ પડો મુખ્યત્વે મળી આવે છે. ગુજરાતમાં દોહદ, પીપલોદ વગેરે સ્થળે કામમાં વપરાતો ક્વોર્ટ્ઝ મળી આવે છે. વળી આગ્નેય પાષાણોમાં અથવા એ પાષાણોદ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા મુખ્ય પથ્થરોમાં હીરા, અકીક અને માણેક મુખ્ય છે. હિન્દની હીરાની ખાણો જગદવિખ્યાત છે. બુંદેલખંડ (પન્ના નામના હીરા માટે), મદ્રાસ ઇલાકામાં કુનુંલ, કુડાપ્પા અને બેલારીની ખાણો (ગોલકોંડા હીરા માટે) પ્રખ્યાત છે. માણેકની ખાણો ખાસ કરીને બ્રહ્મદેશના મોગોક જિલ્લામાં છે. કેટલાંક વર્ષ ઉપર બ્રહ્મદેશના માણેકની દરવર્ષે દોઢ લાખ રૂપીઆની ઉપજ હતી. અકીકના પથ્થરો રાજપીપળા રાજ્યમાં રતનપુરમાંથી મળે છે. ખંભાતમાં અકીકનો પણ એક કાળે મોટો ઉદ્યોગ હતો. રતનપુરમાંથી દર વર્ષે ૧૦૦ ટન અકીક કાઢવામાં આવે છે.

ઉપર દર્શાવેલા અનેક પ્રકારના પાષાણમાંથી જમીનના બંધારણમાં જળકૃત વર્ગનું પ્રમાણ ઘણું જ વિશાળ છે. જ્વાળામુખીથી ઉત્પન્ન થયેલા ખડકો ઠેરઠેર મળી આવે છે, પરંતુ એનો વિસ્તાર પ્રમાણમાં બહુ ઓછો હોય છે. વિકૃત પાષાણમાં પણ જળકૃત પાષાણમા સવિશેષ હશે એમ માનવાને કારણ મળે છે. હવે પછીનાં પ્રકરણો એ પાષાણ કેમ ઉદ્ભવે છે અને એમાં કેવાંકેવા ફેરફારો થાય છે એ વર્ણવવામાં આવશે.



વિકૃત (રૂપાન્તર પામેલા) પાષાણ

આ જાતના પડમા બહારના દબાણથી નવી જ વિકૃતિ થયેલી હોય છે. આમા જળકૃત પાષાણ અને આગ્નેય પાષાણનો સમાવેશ થાય છે. દાખલા તરીકે એમાંના કયા જળકૃત પાષાણ છે અને કયા આગ્નેય છે એ સમજવું મુશ્કેલ થઈ પડે છે. પ્રથમના ખડકોમાં ઉપરના દબાણથી તડ પડી જાય. એના કણકણો અમુક એક જ દિશામા વિકૃતિ પામતાં તેની સ્ફટિકની રચના થાય છે. ઘણો કાળ જતાં સાદા પાષાણ પણ સ્ફટિકજેવા જ બની જાય છે. આમા ખાસ કરીને સિલિકા (રેતી)ના તત્ત્વો હોય છે. આ જાતના સ્ફટિકમા એક નવીનતા એ હોય છે કે એની એક દિશાની રચના બીજી દિશાની રચનાને મળતી આવતી નથી. એનું કારણ એ હોય છે કે ઉપરના દબાણથી બધા કણકણો સમાન્તર હારમા ગોઠવાઈ જઈ અનેક પડ જેવી રચનાના ખડકો રચે છે. કેટલાક આવા પડો પણ ઉપરના ને નીચેના પડમા ભળી જાય છે અને એથી એનું લાગલગું બંધારણ એ રીતે જોવાઈ આવતું નથી. રાસાયણિક ક્રિયા અને ગરમીને લઈને પણ એમા અનેક જાતની વિચિત્ર પ્રકારની રચના ઉદ્ભવે છે. ક્વાર્ટ્ઝ નામનો (પથ્થરનો કાચ) પાષાણ, આરસ, વગેરે આ જાતના પાષાણના ઉદાહરણો છે.

આ જાતના પાષાણમા આરસના સ્ફટિક પાષાણો રાજપૂતાનામા ખાસ કરીને મળી આવે છે. મકરાણા (જોધપુર), ખારવા (અજમેર), મૌલાના અને ભેંસલાના (જયપુર), દાદીકર (અલવર), જબલપુર, વગેરે સ્થળોથી રંગબેરંગી અને ખૂબસૂરત આરસ મળી આવે છે. એ જ આરસોમાંથી તાજમહાલ બંધાયેલો છે. ક્વાર્ટ્ઝના પાષાણ ખાસ કરીને જબલપુર અને અંબાલામાંથી મળી આવે છે. આખા જગતમા અગત્યના (પાષાણ) પડો હિન્દમા વધુમા વધુ છે અને દર વર્ષે ૪૦૦૦૦ હન્ડ્રેડવેટ સુધીના માલની નિકાસ કરવામા આવે

છે, એનું ઉત્પન્ન ૪૫ લાખ રૂપીઆ થાય છે ઇડર, હઝારીબાગ, ગયા, મોંગીર અને નેલોરમાં એ પડો મુખ્યત્વે મળી આવે છે. ગુજરાતમાં ગેલ્હદ, પીપલોદ વગેરે સ્થળે કાચમાં વપરાતો ક્વોર્ટ્ઝ મળી આવે છે. વળી આગ્નેય પાષાણોમાં અથવા એ પાષાણોદ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા મુખ્ય પથ્થરોમાં હીરા, અકીક અને માણેક મુખ્ય છે. હિન્દની હીરાની ખાણો જગદવિખ્યાત છે. બુંદેલખંડ (પન્ના નામના હીરા માટે), મદ્રાસ ઇલાકામાં કર્નુલ, કુડાપ્પા અને બેલારીની ખાણો (ગોલકોંડા હીરા માટે) પ્રખ્યાત છે. માણેકની ખાણો ખાસ કરીને બ્રહ્મદેશના મોગોક જિલ્લામાં છે. કેટલાક વર્ષ ઉપર બ્રહ્મદેશના માણેકની દરવર્ષે દોઢ લાખ રૂપીઆની ઉપજ હતી. અકીકના પથ્થરો રાજપીપળા રાજ્યમાં રતનપુરમાંથી મળે છે. ખંભાતમાં અકીકનો પણ એક કાળે મોટો ઉદ્યોગ હતો રતનપુરમાંથી દર વર્ષે ૧૦૦ ટન અકીક કાઢવામાં આવે છે.

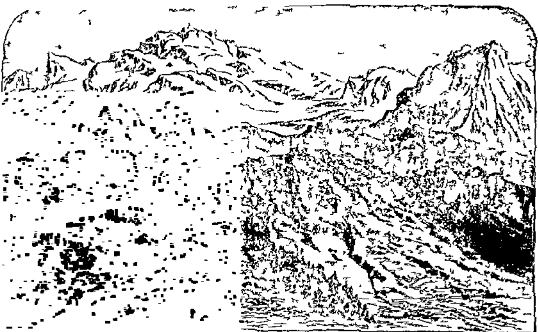
ઉપર દર્શાવેલા અનેક પ્રકારના પાષાણમાંથી જમીનના બંધારણમાં જ્વાળાગર વર્ગનું પ્રમાણ ઘણું જ વિશાળ છે. જ્વાળામુખીથી ઉત્પન્ન થયેલા ખડકો વગેરે મળી આવે છે, પરંતુ એનો વિસ્તાર પ્રમાણમાં બહુ ઓછો હોય છે. વિકૃત પાષાણમાં પણ જ્વાળાગર પાષાણમાં સવિશેષ હશે એમ માનવાને કારણ મળે છે. હવે પછીનાં પ્રકરણો એ પાષાણ કેમ ઉદ્ભવે છે અને એમાં કેવા ફેરફારો થાય છે એ વર્ણવવામાં આવશે

આબોહવા, હવામાન અને પાણીની જમીનના પડ ઉપર થતી અસર

જમીનના પડ ઉપર થતા ફેરફારમા જુદીજુદી પ્રકૃતિ કેનાકવા કાર્યો કરે છે એ ઘણીક વાર નજરે પડે છે પરંતુ ઘણાખરા એવા ફેરફારો ધણે લાંબે કાળે સમજાય છે ઘણા લાંબા વખતના અવલોકનથી એ ફેરફારો કેવા રૂપમા પરિણમે છે એ સમજવુ સહેલુ થઈ પડે છે, એટલુ જ નહી, પરંતુ ભૂતકાળમાં કેવા ફેરફારોને લઈને વિવિધ જાતની રચના થઈ હશે એ કલ્પવુ પણ સુગમ બને છે એટલા માટે પૃથ્વીના પડ ઉપર જુદીજુદી જાતની શક્તિઓ કેવી અને કેવી રીતે અસર કરી રહી છે એનુ સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ કરવુ જરૂરનું છે આબોહવા, હવામાન અને પાણી એ ત્રણ જમીનના ફેરફારોના મુખ્ય કારણરૂપ છે. એ ત્રણે શક્તિની જુદીજુદી અસરો શી છે એનુ વર્ણન નીચે ટૂંકમા આપ્યુ છે આ ત્રણે શક્તિ એકંદરે એકમીજાની સાથે સંકલિત છે, એટલે કેટલાક ફેરફારોને માટે ત્રણે સાથેસાથે જ કારણભૂત ગણી શકાય આ રીતે જોતા સરળતા ખાતર આબોહવાની અસરમા ખાસ કરીને ગરમી અને ઠંડીની અસર, હવામાનમા હવાના પ્રવાહોની અસર, અને પાણીની અસરમા વરસાદ, નદી, સરોવર, સમુદ્ર વગેરેની અસરનો સમાવેશ કરવામા આવશે

ઉષ્ણતાની અસર

દરેક જાતના ખડકો ગરમીથી વિસ્તાર પામે છે અને ઠંડીથી સંકુચિત બને છે. આની અસર ખાસ કરીને ઉષ્ણકટિબંધના પ્રદેશોમા ઘણા જ મહત્ત્વની છે આફ્રિકા અને મધ્ય એશિયાના વેરાન પ્રદેશમા દિવસ અને રાત્રીના ઉષ્ણતામાનમા ઘણો જ ફેર



કાંચનગંગાના હિમથી છવાયેલાં શિખરો
આકૃતિ ૨ પૃ ૩૨



હિમાલયનો કૈાટસ્થ હિમપટપ્રવાહ
આકૃતિ ૩ પૃ. ૩૩

પડે છે. પશ્ચિમ અમેરિકામાં કેટલાક ભાગોમાં રાતના અને દિવસના ઉષ્ણતામાનમાં ઘણીવાર ૯૦ ડિગ્રી (ફેરનહિટ)નો ફેર પડે છે. મધ્ય આફ્રિકામાં ૧૩૭ ડિગ્રી અને દક્ષિણ ઑસ્ટ્રેલીઆમાં ૧૩૧ ડિગ્રીનો ફેર પણ કેટલીક વાર નોંધાયો છે. હિન્દુસ્તાનના રાજપૂતાના વગેરે વેરાન ને રેતાળ પ્રદેશમાં પણ દિનરાતના ઉષ્ણતામાનમાં લગભગ ૮૦ ડિગ્રીનો ફેર પડે છે. આવા ફેરફારને લીધે એ પ્રદેશમાં કોઈ પણ વનસ્પતિ જીવી શકતી નથી, કારણ કે ઉષ્ણતામાનના ફેરફારથી રસવાહિની નસો તૂટી જાય છે. આ દૈનિક ફેરફારની અસર ખાસ કરીને જમીનના પડના ઉપરના ખડકોમાં થયા વિના રહેતી નથી. ઊંધાડા ભાગમાંના ખડકો આવા ઉષ્ણતામાનના ફેરફારને લઈને રાતે સંકોચાય છે અને દિવસે વિસ્તૃત થાય છે. આ કારણથી એમાં તડો પડે છે અને નાનામોટા ટુકડા જુદા પડી જાય છે ને વેરાઈ જાય છે. ઘણે ઠેકાણે ખડકના ટુકડા નથી થઈ જતા, પરંતુ અંદર ફાટ અને ચીરા પડી જાય છે. વળી આખા વર્ષ દરમિયાન પણ ઠંડી અને ગરમીના પ્રમાણમાં મોટા ફેરફારો થાય છે. આથી ગરમી વધુ પડે તો વિસ્તૃત થવાને લીધે ખડકો તૂટી જાય છે અને ઠંડી સખત પડે તો સંકોચનને લીધે અંદર ફાટ પડે છે. અત્યંત ઠંડી પણ આડકતરી રીતે ખડકને તોડી નાંખવામાં જ કારણભૂત થાય છે. પાણીનો બરફ થાય તો એનું કદ વિસ્તૃત થાય છે. હવે, એ પાણી ખડકોમા પડેલી ફાટ અને કાણામાં ભરાયું હોય અને અતિશય ઠંડીને લીધે એનો બરફ બને તો એ ખડકને તોડી નાંખવા શક્તિમાન થાય છે. આ રીતે ઘણા ઠંડા પ્રદેશોમાં અને પર્વતનાં શિખરો ઉપર પાણીના કદમા થતો ફેરફાર ભયંકર બળ ઉત્પન્ન કરી ખડકોને તોડી નાખે છે. ઠંડા પ્રદેશોમાં ઘણી ઠંડીના દિવસોમાં પાણીના નળ આવા જ કારણને લીધે તૂટી જવાના પ્રસંગો બહુ સાધારણ હોય છે.

ઉષ્ણતામાનના ફેરફારથી હવામાં પ્રચંડ પ્રવાહો ઉત્પન્ન થઈ પૃથ્વીની સપાટી ઉપર એ કેવાંકેવા ભયંકર ફેરફારો કરી શકે છે એ આગળ ઉપર ચર્ચવામાં આવશે.

ગરમીને લીધે કેટલીક રાસાયણિક ક્રિયાઓ ઘણી જલદ બને છે, એટલે પાષાણના સ્તરોમાં પાણીની અને હવામાનની રાસાયણિક અસર વધુ થાય છે.

ઠંડીને લીધે ઊંચા પ્રદેશમા અને શીતકટિબંધિકમાં પાણી કાયમને માટે બરફ બની જાય છે. એ બરફની અસર પણ જમીનનાં પડના ફેરફારોમાં ઘણો અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. સમુદ્રની સપાટીથી દર ૩૦૦ ફૂટની ઊંચાઇએ ૧ ડિગ્રી (ફેરનહિટ) ગરમી ઓછી થાય છે. જે ઊંચાઈએ બરફ પીગળી જઇ શકતું નથી, પરંતુ કાયમને માટે જમા થઇ રહે છે, એ ઊંચાઈને હિમરેખા કહેવામાં આવે છે. આ હિમરેખાની ઊંચાઇ ઉષ્ણકટિબંધમાં અને શીતકટિબંધમાં એકસરખી હોતી નથી. સાધારણ રીતે ઉષ્ણ પ્રદેશમાં ૨૦ થી ૨૨ હજાર ફૂટ ઊંચાઈએ હિમરેખા આવે છે, જ્યારે યૂરોપજેવા શીત પ્રદેશમાં હિમરેખા ૮૦૦૦ થી ૯૦૦૦ ફૂટ ઊંચે હોય છે. જેમજેમ ધ્રુવ નજીક જઇએ છીએ તેમતેમ એ ઊંચાઈ ઓછીને ઓછી થઇ છેવટે સમુદ્રની સપાટીની સમાન્તર થઇ જાય છે. પર્વત ઉપર જમા થતું હિમ પર્વતની કઠણોને લીધે વારંવાર નીચે સરી પડે છે. ઘણીવાર નીચે દરેવા હિમનું બરફ થઈ જાય છે અને એ બરફની મોટી ભેખડો પણ સરી પડે છે. આવી ભેખડો નાનાં ઝાડ, પથ્થરો અથવા એવા અવરોધોની વચ્ચે પોતાનો માર્ગ કાપે છે. શીત પ્રદેશમાં ઊંચા પહાડોની તળેટીમાં આવેલાં ગામડાંમાં પણ આવા બરફની સરી પડતી ભેખડોથી પારાવાર નુકશાન થાય છે. એ ઉપરાંત બરફમાં જકડાઈ ગયેલાં પથ્થર, માટી અને ઝાડપાન પણ એ બરફની સાથે ઘસડાઈ જાય છે. આવી જાતના બરફના ખડકો મોટા જથ્થામાં પર્વતો ઉપરથી

સરી પડે છે ત્યારે હિમપટપ્રવાહો ઉત્પન્ન થાય છે અને એ પ્રવાહોથી મોટા પથ્થરના ખડકો અને બીજા અંતરાયો પણ તૂટી જઈ સાથે ઘસડાઇ જાય છે. આ બરફ જ્યારે હિમરેખાથી નીચે ઊતરે છે ત્યારે એ ધીમેધીમે ઓગળીને વિભક્ત થતું જાય છે અને અંતે પાણીરૂપ બને છે. એવા બરફના ખડકો પાણીવાળા ભાગમાં આવે છે ત્યારે એની અંદર નાનાનાના પાષાણો વગેરે જડાયેલા હોય છે. બરફ પાણીમાં તરે છે એટલે એવા પાષાણો પણ ઘણે દૂર સુધી બરફ પીગળે નહિ ત્યાંસુધી સહેલાઇથી ઘસડાઇ જાય છે. આમ પર્વતના ઉપરના ભાગના ખડકો બરફને લીધે તૂટીને ઘસડાઈ જતા રહે છે. આવી રીતે ઘસડાઈ જતા ખડકોનાં કદ કેટલીક વાર ૪૦ હજાર ઘનફૂટ જેટલાં મોટાં હોય છે.

ધ્રુવપ્રદેશમાં શિયાળો આવતાં દરિયાની સપાટીનું દશેક ફૂટ પાણી ઠરીને બરફ બની જાય છે, એવે વખતે કિનારાની સાથે અથડાતા પાણીમાં અનેક જાતના પદાર્થો જકડાઇ જાય છે, અને ભરતીઓટને લીધે કાંઠા સાથે ઘસાય છે. આવા ઘસારાથી કિનારો થોડોથોડો તૂટતો જાય છે અને છૂટા પડેલા ભાગો બરફમાં વધુ જકડાય છે. જો કિનારો ખડકવાળો હોય તો હિમ બંધાવાથી એ ખડકો તૂટી જાય છે અને તેમાંથી નીચે પડતા પાષાણો સમુદ્રના બરફમાં જમા થઈ રહે છે. જ્યારે સાધારણ ગરમી પડવા લાગે છે ત્યારે સપાટીનું બરફ ચોસલામાં વિભક્ત થાય છે અને પાણીના પ્રવાહોમાં એ ચોસલાં ઉષ્ણ પ્રદેશ તરફ ઘસડાઈ જાય છે. ઉષ્ણ માર્ગમાં પહોંચતાં એ ચોસલાં પીગળતાં જાય છે અને એની અંદર રહેલી વસ્તુઓ છૂટી પડીને સમુદ્રમાં ડૂબી જાય છે.

આ ઉપરથી સહેજે સમજાશે કે ઠંડીને લીધે પૃથ્વીની સપાટીમાં ઘણા ફેરફારો થતા રહે છે. હિમાલયજેવા વિશાળ પહાડો નદીને સૂકાવા દેતા નથી અને ઉનાળામાં બીજાં નવાં પૂર લાવે છે. એ દૃષ્ટિએ પણ આડકતરી રીતે જમીનની સપાટી (

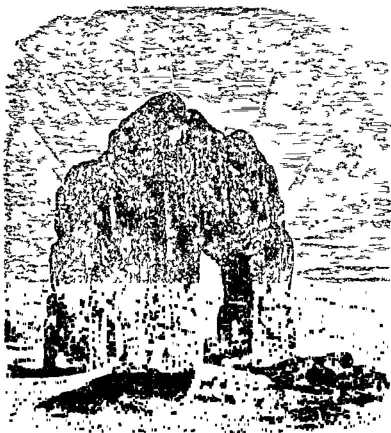
અસરમાં બરફ ફાળો આપે છે.

હવાની અસર

હવાની અસર બે રીતે થાય છે–એક રાસાયણિક ક્રિયાને લઇને અને બીજી એની ગતિને લીધે. હવાના પ્રવાહો ખાસ કરીને ગરમીને લીધે ઉત્પન્ન થતા દબાણના ફેરફારોને લીધે જ ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યાં ગરમી વિશેષ પડે છે ત્યાંની હવા પાતળી બની ઊંચે ચડે છે. એથી તે જગાએ હવાનું દબાણ ઓછું થાય છે અને પરિણામે આસપાસની ઠંડી હવા એ જગા પૂરવા દોડી આવે છે. દિનગતના ફેરફારથી દરિયાઆકિનારે ઉત્પન્ન થતી હવાની લહરી એ જ કારણને લીધે ઉદ્‌ભવે છે.

હવાની રાસાયણિક અસર ખાસ કરીને તેમાં રહેલા ભેજને જ આભારી છે. હવાની અંદર ઑક્સિજન જલદ વાયુ છે અને ભેજને લઇને એ પાષાણના તત્ત્વોની સાથે ભળી તેના ઑક્સાઇડ (ભસ્મ) બનાવે છે. આવી રીતે સપાટી ઉપર ઉત્પન્ન થયેલા ક્ષાર ક્રમેક્રમે પાણીમાં ઓગળી ધોવાતા જાય છે, અને પાષાણનાં પડ ખવાતાં જાય છે. હવામાં ઉત્પન્ન થતી વિદ્યુતને લીધે પણ કેટલીક વાર રાસાયણિક ક્રિયા થાય છે. ખાસ કરીને ઊંચા પર્વતો ઉપર જો વારંવાર વિદ્યુત પડે તો એની ગરમીથી અનેક પ્રકારના ફેરફારો થાય છે અને તેથી ખડકો ક્ષીણ થતા જાય છે.

સૂકી માટીવાળી જમીન અગર પાષાણ ઉપર નિરંતર હવા વહેતી હોય તો તેની સાથે ઝીણી રેતી અને માટીનાં રજકણો દૂર ઘસડાઈ જાય. પેટ્રી નામનો એક પુરાતત્ત્વવેત્તા એમ માને છે કે નાઈલનદીના મૂળપ્રદેશમાં કેટલોક એવો વિસ્તાર છે કે તેનો લગભગ ૮ ફૂટ ભાગ છેલ્લાં ૨૬૦૦ વર્ષમાં હવાથી ઘસડાઈ ગયો છે. ચીનની અંદર પણ એવો કેટલોક પ્રદેશ છે કે આ હવાથી માટી ઘસડાઈ જવાથી મકાનોના પાયા પણ ખુલ્લા થઈ



હવા અને વરસાદની અસરથી ઉત્પન્ન થયેલી કુદરતી ગ્રૅનાઇટની
કમાન બાઆકન ખીણ (મધ્યએશીઆ)
આકૃતિ ૪ પૃ. ૩૬

ગયા છે. ઉત્તરઅમેરિકાના કેટલાક ભાગમાં આવા ફેરફાર ઘણા પ્રમાણમાં ચાલુ છે. હવામાં ઊડતી ધૂળ અને રેતી બીજા જમીનના પટ ઉપર ઘસારો કરી નવી ધૂળ ઉત્પન્ન કરે છે. વાશિંગ્ટનના સંગ્રહસ્થાનમાં એક કાચની તકતી છે તે ફક્ત બે દિવસના હવાના તોફાનમાં ઘસડાઈ આવેલી રેતીના ઘસારાને લીધે લગભગ અપારદર્શક બની ગઈ છે. ઇજિપ્તમાં આવેલા સ્ફિંક્સનું મોં એક બાજુએ ઘણું લીસુ છે, અને બીજી બાજુએ કાયમના હવાના પ્રવાહથી ખરબચડું બની ગયેલુ છે. ઇજિપ્ત અને સહરાના નજીકના પ્રદેશોમાં અને દુનિયાના બીજા ઉષ્ણ રેતાળ પ્રદેશોમાં હવાના પ્રવાહોની અસર બધુ માલુમ પડે છે. હિન્દુસ્તાનમા ઘણે ઠેકાણે આવા રેતીના સ્તરો બંધાયેલા છે અને બંધાતા રહે છે. દક્ષિણમાં કૃષ્ણા અને ગોદાવરીના કિનારાના સપાટ પ્રદેશમાં ગ્રીષ્મઋતુમા હવાના મોટા પ્રવાહોથી રેતીના મોટા પટ ભેગા થાય છે અને નદીના પટમાં પણ અવરોધ કરે છે. "ટેરી" નામના ટિનેવેલીકિનારા ઉપર ભેગા થતા રેતીના ડુંગરો, પણ આ જ પ્રકારે ઉદ્ભવે છે સિંધુનદીની પશ્ચિમે પણ કેટલોક એવો છૂટી માટીનો પ્રદેશ આવેલો છે અને તે હવાના પ્રવાહોથી ઘસડાઈ આવેલી માટીથી ઉત્પન્ન થયેલો છે, હજી પણ પંજાબની સપાટ ભૂમિમાથી ઘસડાઈ જતી રેતી અને અને ધૂળનાં મોટાં પડો પૂર્વ તરફના ભાગમાં તૈયાર થયા કરે છે. જે પ્રદેશમાં ઉષ્ણતાના ફેરફાર વધુ હોય અને જેની હવા બહુ ભેજવાળી નથી હોતી ત્યાં પવનને લીધે સપાટી નીચી ને નીચી થતી જાય છે.

મોટા વંટોળવખને હવાની ભયંકરતા માલૂમ પડે છે. ઘણીવાર વંટોળિયામા આખા ઘરો નાશ પામે છે અને ખેતીવાડી તેમ જ ઝાડપાનને પણ અણધારેલું નુકસાન થાય છે. ટેકરીઓ ઉપરના નાના પથ્થરો ઊડી જાય છે, અને ધૂળ અને રેતીનો મોટો જથ્થો એક જગાથી ઊડીને દૂર જઇ પહોંચે છે. ૧૮૩૩ના મે માસની ૧ લી અને ૧૯ મી તારીખે ઈલીનોઇસ અને વિસ્કોનસીનના

પ્રદેશમા મોટા તોફાન થયા હતા એ વખતે ઘરનાં છાપરા લગભગ પોણો માઇલ દૂર ઊડી ગયા હતા એમ એક આખું ઘર અદ્ધર હવામા ઉંચકાયુ હતું અને ભાંગીને છિન્નભિન્ન થયુ હતુ

નાઇનેવેહ અને બાબિલોન જેવા શહેરોના ઘરો પવનના પ્રવાહમા ઘસડાઈ આવતી ધૂળ અને રેતીના ઢગલામા દબાઈ ગયા હતા પોતાનની હવામા બારીક ધૂળ એટલી બધી તો હોય છે કે ઘણીવાર ધોળે દિવસે દીવો સળગાવીને વાંચવુ પડે છે કેટલાક ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ માને છે કે એક જાતની પીળી માટીના સ્તર કેટલીક જગાએ મળી આવે છે તે આવી રીતે હવાથી ઘસડાઈ આવેલી ધૂળમાથી જ ઉત્પન્ન થયા હશે આવા સ્તરો ચીન અને તુર્કસ્તાનમા ખાસ કરીને મોટા વિસ્તારમા આવેલા છે અને લગભગ ૧૨૦૦ થી ૧૫૦૦ ફૂટ જાડાઇના હોય છે કેટલીક વાર એવા ધૂળના સ્તર જમીનની સપાટીની અસમાનતા દૂર કરી તેને સમતલ બનાવે છે સપાટ પ્રદેશમા આવા સ્તર બનાતા હોય તો તેમા એક પ્રકારની રચના ઘણીવાર જોવામા આવે છે રેતીનો એક પટ નીચેથી ઊંચો જાય અને તે એકદમ ઢોળાવ ખાઈ તેના જ થડમાથી બીજો થર ઊંચો વધે છે અને એમ દાદરના પગથીઆ જેવા ચડઊતર પટો બંધાય છે

કેટલીક વાર લોહીનો વરસાદ અથવા રાતો વરસાદ પડ્યાની ખબર મળે છે એમા પણ દૂરના પ્રદેશની ઘસડાઇ આવેલી રાતી ધૂળ જ કારણભૂત હોય છે. સહારા રેતાળ પ્રદેશમાથી ઊડેલી ધૂળ હવામા ઘણે દૂર સુધી ઘસડાઇ જાય છે અને છેવટે જ્યા વાદળો વધુ હોય ત્યા પાણીના બિન્દુ બંધાવામા કેન્દ્ર તરીકે ભળીને જમીન ઉપર રાતા વરસાદરૂપે પડે છે. આવા બનાવો કોઇક વાર હિન્દુસ્તાનમા અને આફ્રિકામા બને છે

હવાની બીજી અસર વળી પાણી ઉપર થાય છે જો હવા જોરથી

વહેતી હોય તો પાણી વધુ પ્રમાણમા વરાળરૂપે ઊડી જાય છે. આથી સમુદ્રની નજીક આવેલા ઉષ્ણ પ્રદેશના ભાગમા ખાસ વધુ ગરમી લાગતી નથી. એ ઉપરાત વત્તાઓછા પ્રમાણના હવાના પ્રવાહો અંતે વરસાદના પ્રમાણમા ફેર ઉત્પન્ન કર્યા વિના રહેતા નથી વળી હવાના પ્રવાહથી સમુદ્રમા પણ પાણીના પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે અને ઘણીવાર ઉષ્ણ પ્રદેશમાથી ગરમ પાણીના મોટા પ્રવાહો ઘણા દૂરના પ્રદેશમા ગરમી લઈ જઈ શકે છે

પાણીની અસર

સૃષ્ટિની બીજી કોઈ પણ શકિત કરતા પાણી જમીનની સપાટીના ફેરફેરોમા વધારે ને મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. પૃથ્વી ઉપર પાણી ત્રણ સ્થિતિમાં રહેલું હોય છે (૧) વાયુરૂપે, હવામા ભળેલું હોય છે, (૨) પ્રવાહીરૂપે, સમુદ્ર અને સરોવરોમા, (૩) ઘનરૂપે, ધ્રુવપ્રદેશમા અને પર્વતો ઉપર બરફ તરીકે. સમુદ્ર, સરોવર અને બરફમાથી પુષ્કળ જથ્થામા પાણીની વરાળ હવામા ભળ્યા કરે છે. આ ભેજ જ્યા સુધી અમુક જથ્થાથી વધારે નથી થતો ત્યા સુધી અદૃશ્ય રહે છે. અમુક ઉષ્ણતામાન હોય તો હવામા વધુમા વધુ અમુક ચોક્કસ પ્રમાણમાંજ ભેજ રહી શકે છે ઓછું ઉષ્ણતામાન હોય તો ઓછો ભેજ રહી શકે છે. આથી હવામા જો વધુ ભેજ હોય તો તે ઝાકળ રૂપે અગર ધુમ્મસરૂપે ઠરી જાય છે. ફક્ત હવાની ઉષ્ણતા ઓછી કરવાથી પણ જે ભેજ પ્રમાણમા થોડો હોય તે ઓછા ઉષ્ણતામાને વધુ થઈ પડે છે, અને વધારાનો ભેજ ઝાકળરૂપે ઠારી શકાય છે. આજ રીતે ઠંડીના દિવસોમા રાત્રે ઉષ્ણતામાન ઘણું ઓછુ થવાથી વધુ પડતો ભેજ ઝાકળ અને ધુમ્મસરૂપે ઠરી જાય છે. આવે વખતે જો હવાનું ઉષ્ણતામાન એકાએક ઘણું જ નીચે ઊતરી જાય તો ઝાકળ હિમરૂપ થઇ જાય છે અને ખેતીવાડી અને વનસ્પતિને ભારે નુકસાન કરે છે. આ ભેજ હવામા ઘણે ઊંચે જવાથી વાદળરૂપે બંધાય છે. ખાસ કરીને હવાનું દબાણ ઓછું

થવાથી સૂક્ષ્મ રેંટી અને વિદ્યુતભારવાળી હવાના અણુ ઉપર પાણીનાં ટીપાં બંધાય છે. એ બિન્દુ જ્યારે પ્રમાણમાં મોટાં થાય ત્યારે વરસાદરૂપે જમીન ઉપર પડે છે. આવી રીતે સમુદ્રમાંથી ઊડી ગયેલું પાણી પાછું ઘણુંખરું સમુદ્રમાં જ પડે છે, છતાં એમનો કેટલોક ભાગ જમીન ઉપર વરસે છે. જમીન ઉપર પડેલું પાણી મોટે ભાગે પાછું સમુદ્રમાં વહી જાય છે, જ્યારે કેટલુંક તળાવ, સરોવર વગેરે ખાડાવાળી જગાએ ભરાઈ રહે છે અને કેટલુંક જમીનની અને પાષાણની ફાટમાં ઊતરી પચી જાય છે. કેટલીક ઊંચી જગાએથી પચેલું પાણી પાછું ઝરાઓરૂપે બીજી નીચાણની જગાએથી નીકળે છે, અને જો જમીનના ઘણા નીચાણવાળા ભાગમાંથી પસાર થયું હોય તો તે ઝરાઓનાં પાણી ઉષ્ણ હોય છે. આ રીતે વરાળનું પાણી અને પાણીની વરાળ બનવાના ફેરફારો અનાદિ કાળથી ચાલ્યા આવે છે અને હજી પણ ચાલ્યા કરશે.

જમીનના જુદાજુદા ભાગ ઉપર વત્તાઓછા પ્રમાણમાં વરસાદ પડે છે. જમીનની પરિસ્થિતિ અને આબોહવા એમાં મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. જ્યાં સમુદ્ર અને પર્વતો નજીક હોય તેવા ઉષ્ણકટિબંધના પ્રદેશમાં વરસાદ વધારે પડે છે. હિન્દુસ્તાનમાં મલબારકાંઠા ઉપર સાધારણ રીતે વિશેષ વરસાદ પડે છે, કારણ કે એ પ્રદેશની એક બાજુ પર્વતની હારમાળા આવેલી છે અને બીજી બાજુએ સમુદ્ર આવી રહેલો છે. એ પ્રદેશમાં સાધારણ રીતે ૧૦૦ ઇંચ કે એથી વધુ વરસાદ પડે છે. હિન્દુસ્તાન ઉષ્ણકટિબંધમાં આવેલો હોઇને એમાં ફક્ત ચાર માસ વરસાદ પડે છે, છતાં ઇંગ્લૅંડ કરતાં સરેરાશ વધુ વરસાદ પડે છે. ઇંગ્લૅંડમાં લગભગ બારે માસ અવારનવાર વરસાદ આવે છે. આખા વર્ષમાં ઇંગ્લૅંડમાં વધુમાં વધુ ૧૩૯ ઇંચ વરસાદ પડે છે, જ્યારે હિન્દુસ્તાનમાં ચેરાપુંજીમાં ચાર માસમાં જ વધુમાં વધુ ૪૭૨ ઇંચ વરસાદ પડે છે. કેટલીક વાર ચેરાપુંજીમાં એક જ દિવસે ૪૦ ઇંચ વરસાદ પડયાનું નોંધવામાં

આવ્યું છે.

જે સપાટી ઉપર વરસાદનો કાયમ મારો પડે છે તે પાણીનાં બિન્દુના બળથી ક્રમેક્રમે ખોદાયા કરે છે. વરસાદનાં બિન્દુથી કાળક્રમે પથ્થરો પણ ખોદાતા જોવામાં આવે છે. એટલે બીજી કોઈ પણ જમીનની સપાટી વરસાદના ચાલુ રહેવાથી ખોદાઈ જાય છે અને એના નાના રજકણો છૂટા પડી પાણીમાં ઘસડાઇ બીજે જાય છે. આવી રીતે વરસાદથી ધોવાયેલી જમીન ઘણે મળે છે. જો સાધારણ પોચી જમીનમાં એકાદ વધુ કઠણ ખડક હોય તો આસપાસની જમીન ધોવાઇ જવાથી એ ખડક છૂટો પડી જાય છે. આવી રીતે વરસાદથી ખોદાઇને બાકી રહેલા ખડકો ટિરોલમાં ઘણા છે અને એ ખડકો થાંભલાની માફક ઊભેલા છે.

જે ખડકનાં રજકણો વરસાદથી છૂટાં પડે છે તેમાં જો વનસ્પતિ ઊગવા માંડે તો તે પ્રદેશ ધીમેધીમે ખેતીને લાયક બને છે. એ જમીન પણ ઠેકઠેકાણે નીચેના ખડકોના બંધારણ ઉપર આધાર રાખી જુદા પ્રકારની બને છે. હિન્દમા દક્ષિણના પર્વતો પણ આ જ રીતે આસપાસની પોચી જમીન ખવાઇ જઇને ઉત્પન્ન થયેલા છે.

વરસાદથી છૂટાં પડેલાં રજકણો પાણીના પ્રવાહ સાથે ઘસડાવા લાગે છે, અને એથી જ વરસાદના દિવસોમાં જ્યાં પાણીના વહેળા શરૂ થાય છે તે બધા જ ડહોળા હોય છે. એ જ રીતે ડહોળાએલું પાણી નદીમાં થઈ ને સમુદ્રમાં જાય છે, એટલે જમીનના ઉપરના પડનો જેટલો ભાગ છૂટો પડે છે તે ત્યાંથી નીચાણની જમીનમાં, નદીમાં અથવા છેવટે સમુદ્રમાં જઈને ઠરે છે. કેટલોક ક્ષારનો ભાગ તો પાણીમાં ઓગળી જઈ અંતે સમુદ્રના ક્ષારમાં મળી જાય છે. જે રજકણો ઓગળી ગયેલાં નથી, પરંતુ ફક્ત પાણીમાં મિશ્ર થયેલાં હોય છે તે દૂર સુધી ઘસડાઇને નીચે ઠરે છે. જેમ રજકણો

ઝીણા તેમ વધુ દૂર જઈને નીચે બેસે છે મોટા રજકણો જલદી બેસી જાય છે પ્રવાહનું બળ વધું હોય તો એમાં ઘસડાતી વસ્તુ ઘણે દૂર સુધી જઈ શકે છે. આવો ઘસડાઈને જતો કાદવ નદીના મુખમાં કાંપરૂપે ઠરે છે નદીમા જે અનેક વસ્તુ વસડાઇ આવી હોય તે પણ આવા કાંપમા જકડાઇ ઠરી જાય છે. એવા કાંપને બહાર કાઢીને તપાસીએ તો માલૂમ પડે છે કે તેમા માટી, રેતી, ઝાડપાન અને પ્રાણીઓના અવશેષ હોય છે. પર્વતો અને પથ્થરોના ટુકડા છેક સુધી પાણીના બળથી ઘસડાઈ એકબીજાની સાથે અથડાતા રહે છે અને તેથી પથ્થરની ઝીણી રેતી બને છે. એવી સૂક્ષ્મ રેતી છેવટે સમુદ્રમા ઘસડાઈ જઇને કાંપરૂપે ઠરી જાય છે આવી રીતે ઉત્પન્ન થતા કાંપના એક ઉપર એક પડ દરવર્ષે બંધાયા કરે છે. એક નદી મારફતે કેટલો કાંપ સમુદ્રમા જતો હશે એનો ખ્યાલ ટેમ્સનદી ઉપરથી આવશે દરરોજ એ નદીના એક જગાએથી પસાર થતા પાણીમા ઓગળેલો ચાક જ ફક્ત ભેગો કર્યો હોય તો તેનું વજન ૧૦૦૦ ટન થાય છે એ જ રીતે બ્રહ્મપુત્રા અને ગંગા નદીમા એક વર્ષમાં ઘસડાઈ જતો કાંપ જો ઠારવામા આવે તો ૧૭૨ ચોરસ માઈલ જમીન ઉપર ૧ ફૂટ જાડો થર બાઝે. અમેરિકાની મિસિસિપી નદી ૨૬૮ ચો. માઇલના વિસ્તાર ઉપર એક ફૂટ ઠારે એટલો કાંપ દરવર્ષે સમુદ્રમા વસડી જાય છે. રીડ નામના એક ભૂસ્તરશાસ્ત્રીએ એમ બતાવ્યું છે કે દર વર્ષે આપણી દુનિયાની સપાટી ઉપરથી એક ચોરસ માઇલે ૧૦૦ ટન દ્રવ્ય સમુદ્રમાં ઘસડાઇ જાય છે.

એક મોટી નદીમા કેટલા પ્રદેશના પાણી આવે છે એ ખબર હોય અને એ નદીમાથી દરવર્ષે કેટલો કચરો અગર કાદવ સમુદ્રમા જાય છે એ જાણવામાં આવે તો એ પ્રદેશની સપાટી કેટલી નીચી થાય છે એ સહેજે ખબર પડે. પાણીમા દ્રવ્ય બે પ્રકારે ઘસડાય છે કેટનુંક દ્રવ્ય ક્ષારરૂપે હોઇને પાણીમા દ્રાવણરૂપે

ભળી જાય છે અને સમુદ્રમાં સીધું ભળી જાય છે; જ્યારે મુખ્ય ભાગ મિશ્રણરૂપે પાણીમાં ભળીને સમુદ્રને તળીએ જઇને ઠરે છે. આથી જમીનનું કેટલું દ્રવ્ય ઓછું થાય છે એના ચોક્કસ માપ માટે બંને રીતથી ઘસડાતાં દ્રવ્યનો આગરો કાઢવો જોઇએ. આ બાબતમાં હજી ઘણી શોધ કરવાની બાકી છે, અને જેટલી થઈ છે તેમાં મુખ્યત્વે મિશ્રણરૂપે ઘસડાતા દ્રવ્યનું જ માપ કાઢવામાં આવ્યું છે. જેટલી નદીમાં મુખ્ય શોધ કરવામાં આવી છે તે ઉપરથી નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે જમીનમાંથી કેટલો ભાગ ઓછો થાય છે તે અને છેલ્લા ખાનામાંથી નદીને ફરતા પ્રદેશની જમીનની સપાટી એક ફૂટ નીચે થતાં કેટલો સમય લાગશે એ માલુમ પડશે:

નદીનું નામ	કેટલા પ્રદેશમાંથી પાણી આવે છે? ચોરસ માઇલમાં	દરવર્ષે સમુદ્રમાં ઘસડાતું દ્રવ્ય ઘનફૂટમાં	એક ફૂટ સપાટી નીચે આવતાં થતાં વર્ષ
મિસિસિપી	૧૧૪૭૦૦૦	૭૪૬૮૬૯૪૦૦૦	૬૦૦૦
ગંગા	૧૪૩૦૦૦	૬૩૬૮૦૭૭૪૦૦	૮૨૪
હોઆંગહો	૭૦૦૦૦૦	૧૭૫૨૦૦૦૦૦૦૦	૧૪૬૪
રોન	૨૫૦૦૦	૬૦૦૩૮૧૮૦૦	૧૫૨૮
ડાન્યૂબ	૨૩૪૦૦૦	૧૨૫૩૭૩૮૬૦૦	૬૮૪૬
પો	૩૦૦૦૦	૧૫૧૦૧૩૭૦૦૦	૭૨૦

અમેરિકાની સરાસરી ઊંચાઇ ૭૪૮ ફૂટ છે, એટલે ઉપરના આંકડાને આધારે ઉત્તરઅમેરિકાખંડ ૪૫૦૦૦૦૦ વર્ષમાં તદ્દન ધોવાઇ જાય એમ લાગે છે. એ જ રીતે હિન્દુસ્તાનની સરેરાશ ઊંચાઈ ૧૧૭૨ ફૂટ હોવાથી ગંગાનદીના આંકડાને સરેરાશ લેતાં એમ લાગે છે કે ૯૩૦૦૦૦ વર્ષોમાં આખો હિન્દુસ્તાન સમુદ્ર સાથે સમતલ થઇ જશે અને અંતે સમુદ્રમાં ગરક થઇ જશે. આ અનુમાન તદ્દન ચોક્કસ તો ન જ કહેવાય, છતાં બીજા ખાસ બનાવોથી જમીનના પડમાં કંઈ ફેરફાર ન થાય તો એટલું ચોક્કસ લાગે છે.

કે કાળ જતાં જમીનની સપાટી નીચી થઈ સમુદ્રમાં ડૂબતી જશે. ઉપરનાં અનુમાનોમાં એક મુખ્ય વાંધો એ આવે છે કે આટલા લાંબા કાળ સુધી જમીનનો ઘસારો અત્યારે ચાલે છે એ જ પ્રમાણનો રહેશે કે ઓછોવત્તો થશે. વળી ભવિષ્યમાં વરસાદનું પ્રમાણ પણ ઓછુંવત્તું થાય અને તેથી ધારેલા ક્રમ કરતાં જુદા પ્રમાણમાં જમીનનું ધોવાણ થાય એ પણ બનવાજોગ છે.

આવો ઘસડાયેલો કાંપ ઘણુંખરું નદીના મુખ આગળ ઠરી જઈને નવીન જમીનનાં સ્તરોની રચના કરે છે. કેટલીક જગાએ આવા કાંપ ઠરવાથી નદીમાં નાનાનાના ટાપુ પણ નીકળી આવે છે, જેને ડેલ્ટા કહેવામાં આવે છે.

બંગાળમાં બ્રહ્મપુત્રા અને ગંગાના સમુદ્રના સંગમ આગળ મોટા વિસ્તારનો પ્રદેશ આવી રીતના કાંપથી ઉત્પન્ન થયેલો છે અને એથી જ મુખ આગળ એ નદીઓ અનેક પ્રવાહમાં વિભક્ત થઈ સમુદ્રને મળે છે. એ પ્રદેશને ગંગા અને બ્રહ્મપુત્રાના દોઆબનો પ્રદેશ કહેવામાં આવે છે.

જો ડેલ્ટા મોટો થતો જાય તો સમુદ્ર દૂર જાય છે અને નદી પણ ઘણી વાર વિભક્ત થાય છે. ઇટાલીમાં એડ્રીઆ નામનું જૂનું બંદર ઓગણીસમી સદીમાં સમુદ્રથી ૧૪ માઈલ દૂર ચાલી ગયું છે. માટી અને રેતી ઉપરાંત નદીમાં વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ પણ ઘસડાઇ જાય છે, અને સમુદ્રના મુખમાં અગર રસ્તે ઠરી જાય છે. રેડ નામની નદીમાં એટલી બધી વનસ્પતિ ઘસડાઈ આવે છે કે એ ઘણા લાંબા પટમાં ભેગી થઈ રહેવાથી લગભગ ૧૦૦ માઈલ સુધી એવા ઢંકાયેલા ભાગ નીચે થઇને પાણી વહે છે.

જમીન ઉપર પડતું ઘણુંખરું પાણી નદીદ્વારા સમુદ્રમાં જતું હોવાથી નદીની કરાડો અને તળિયું પણ ખોદાતું જાય છે. નદીની કરાડો ઉપર થતી અસર તો ૧૦ થી ૧૨ વર્ષના ગાળામાં નજરે

જોવાની મળે છે. એ ઉપરથી સૈકા પછી એની કેટલી અસર થશે એ કલ્પી શકાય એમ છે. કેટલીક વાર નદીના કિનારા ખોદાવાને બદલે પુરાઈ જાય છે ઘણીવાર પૂર આવ્યું હોય ત્યારે માલૂમ પડે છે કે જે પાણી બહારના પ્રદેશ ઉપર ફરી વળે છે તેની ગતિ ઓછી થવાથી તેમનો કાદવ નીચે ઠરી જાય છે એ પ્રમાણે ગતિ કોઇ રીતે ઓછી થવાથી નદીના કિનારા પુરાઇ જાય છે. પાણીની ગતિ સમુદ્ર અગર સરોવરને મળતા એકદમ ધીમી પડી જાય છે અને એથી ત્યા હમેશા કાપ ઠરતો માલૂમ પડે છે.

જે સરોવરમા નદી બહારથી આવતી હોય તે આવા ચાનુ પુરાણને લીધે અછીછરા થતા જાય છે અને કાળક્રમે પુરાઈ જાય છે આવી રીતે પુરાઈ ગયેલા અને પુરાતા સરોવર ઘણા માલૂમ પડે છે રાજપૂતાનામા આવેલુ સાભરસરોવર ઠરેલ અને રાજપૂતાનામાથી વસડાયેલા ક્ષારને લીધે પુરાઈ જઈને હવે છેક અછીછરુ થઇ ગયું છે. ફક્ત ચોમાસામા ચારેક ફુટ પાણી થાય છે, જ્યારે બાકીના વખતમા એ તદ્દન સૂકુ જ રહે છે

ઉપરની હકીકતથી ચોકકસ જણાશે કે લાબા કાળ પછી જમીનની સપાટી ઘસાઈને સમુદ્રમા જઇને ઠરે છે, અને જો બીજા કોઇ બૂમનો વિશિષ્ટ પ્રકારનો ભાગ ન ભજવતા હોય તો જમીનની સપાટી નીચી થઇને અંતે તેની ઉપર સમુદ્ર ફરી વળે તો નવાઇ નહી કાદવ, માટી અને રેતી નદીના મુખમા જઇને ઠરે છે એના એક પછી એક સ્તર બધાઇને છેવટે એમાથી જમીન તૈયાર થાય છે નીચેના ભાગો ઉપરના દબાણથી કઠણ થઇ પાષાણ બની જાય છે આવી રીતે જળકૃત પાષાણનો એક મુખ્ય ભાગ ઉત્પન્ન થાય છે. આગળ કહ્યું તેમ જમીનના અત્યારના ઘણાખરા પડ એવી જ રીતે જળકૃત પાષાણના બનેલા છે. જ્યાં અત્યારે જમીન જણાય છે ત્યા એક વાર સમુદ્ર જ હતો સમુદ્રની અંદર એ જમીનની ઉત્પત્તિ થઇ છે એમ

કહેવામાં આવે તો કંઇક શંકા થશે; પરંતુ ઘણા પર્વતો અને જમીનો ઉપરથી એવાં ચિહ્નો અને નિશાની મળી આવે છે કે તેથી એક કાળે ત્યાં સમુદ્ર ફરી વળેલો હોય એમ માનવાને સબળ કારણો મળે છે. પાણીમાં ઘસડાઈ જતી વનસ્પતિ અને પ્રાણીના અવશેષો કાંપના થરમાં દટાઈ જાય છે અને ઉપરના બંધાતા સ્તરના દબાણથી નીચેના પાષાણમાં પોતાની નિશાની રાખી જાય છે. એવાં પ્રાણી અને વનસ્પતિના અવશેષો ઘણાખરા જલસ્તર પાષાણમાંથી મળે છે. હિમાલયપર્વત ઉપર પણ દરિયામા થતા પ્રાણીના અવશેષ માલૂમ પડે છે, એટલે એમ માનવું પડે છે કે એક કાળે હિમાલયનાં ઉન્નત શિખરો પણ સમુદ્રમાં ડૂબેલાં હતાં. દુનીઆની જુદીજુદી જગાએ બંધાતા જળસ્તર પાષાણની સાધારણ સમીક્ષા કરીએ તો એમ લાગે છે કે એક જ કાળમાં બંધાતા સ્તરોમાં સામાન્ય રીતે એક જાતનાં પ્રાણી કે વનસ્પતિના અવશેષો દટાતા હોવા જોઈએ. આવા સૂત્રને આધારે ભૂતકાળમાં બંધાયેલા ખડકોની કાળ પ્રમાણે વર્ગણી કરી શકાય છે. છતાં એટલું ધ્યાનમાં રાખવું જરૂરનું છે કે જુદા પ્રદેશોમાં એક જ જાતનાં પ્રાણી કે વનસ્પતિ ઉત્પન્ન થતાં નથી. પરંતુ સમકાલીન પ્રાણીનો સાધારણ ઇતિહાસ ખબર હોય તો પાષાણનું વય શોધવાનું મુશ્કેલ હોતું નથી.

સમુદ્રની સપાટી ઉપર હવાનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે. એ મોજાં જ્યાસુધી કિનારાથી દૂર હોય છે ત્યાંસુધી કંઈ ખાસ અસર કરતાં નથી, પરંતુ કિનારા ઉપર આવીને અથડાતા કિનારાને ક્ષીણ કરે છે. આથી દર વર્ષે કિનારાનો થોડો ભાગ સમુદ્રમાં ભાંગીને ઘસડાયા કરે છે. સૂર્ય અને ચંદ્રના આકર્ષણને લીધે સમુદ્રમાં ભરતી અને ઓટ થાય છે, તેથી દરેક ઓટની સાથે છીછરાં પાણીવાળા પ્રદેશમાંથી થોડો ભાગ ઊંડા સમુદ્રમાં ઘસડાય છે. પરંતુ સમુદ્રની મુખ્ય અસર મોજાં અને તોફાનને લીધે જ થાય છે. મોજાંનું બળ પુષ્કળ હોય છે. ખાસ કરીને તોફાન વખતે

મોજાં એટલા જોરથી કિનારા સાથે અથડાય છે કે ઘણીવાર ૧૦ થી ૧૫ ટન વજનવાળા પથ્થરો પણ કેટલાક પથરાળ કિનારા ઉપરથી ભાંગીને છૂટા પડી ગયેલા મળી આવે છે ઉત્તર ઍટલાન્ટિકમાં ૧૯૨૨મા થયેલા તોફાનવખતે સમુદ્રના મોજાં ૭૦ ફૂટ ઊંચાં થયા હતાં અને એની સાથે કાકરી અને પથ્થર એથી પણ વધુ ઊંચે ઊડયા હતા. ડનેટહેડ (સ્કૉટલૅંડ)ની ૩૦૦ ફૂટ ઊંચી દીવાદાંડીના ઉપલા કાચ એક તોફાનવખતે તૂટી ગયા હતા અને પાણીના બિંદુ એ વાટે દાખલ થવાથી સારું સરખુ પાણી પણ અંદર ચાલી ગયુ હતું. કાકરોઆના ધરતીકંપવખતે સમુદ્રના મોજાં ૧૦૦ ફૂટ ઊંચા ઊછળ્યા હતા. આમ કિનારા ઉપર સમુદ્રની સપાટીથી ઊંચે આવેલી કરાડો અને ભેખડો પણ મોજાંના બળથી ક્રમેક્રમે તૂટી જાય છે. એના ઘણા બંદરો છે કે જે સમુદ્રના આક્રમણથી તૂટી જઈ અંતે સમુદ્રમાં ચાલ્યા ગયા છે. આમ છતા જમીનનો મોટો ભાગ વરસાદ અને હવાથી જ ઘસાય છે, કારણ કે જમીનની સપાટીના પ્રમાણમા કિનારાનો વિસ્તાર બહુ જ થોડો છે. એવું ધારવામાં આવે છે કે સો વર્ષમા સરેરાશ દશ ફૂટ કિનારો ધોવાઈને સમુદ્ર આગળ વધે છે. આ રીતે જોતા યૂરોપખંડમા કિનારાની સો માઈલ જમીન મોજાંથી ધોવાઈ જતા ૫૦ લાખ વર્ષ લાગે, પરંતુ તે પહેલા ૪૦ લાખ વર્ષમા વરસાદ અને હવાથી આખો યૂરોપખંડ સમુદ્રમાં ધોવાઈને ડૂબી જાય.

ભૂખંડોના દરરોજના ફેરફારો એકસામટા લક્ષમા લેતાં આપણને જરૂર એની ભવ્યતાનું ભાન થશે અત્યારના જમીનનાં પડો અનેક રીતે બદલાયા કરે છે. ખાસ કરીને સમુદ્રના તળમા વિશાળ પાયા ઉપર નવીન જમીનની રચના થાય છે. એટલે પૃથ્વીના જમીનના પડના વિનાશ અને રચનાનું કાર્ય સમકાલીન ચાલ્યાં કરે છે. પ્રદેશની જમીન, કાકરી, વગેરે દ્રવ્ય નીચાણના ભાગમા ભેગું થય છે. વિસ્તૃત સપાટ પ્રદેશ ઉપર હવા, ઉષ્ણતા

અને ભેજના ફેરફારોથી ધૂળના પડ જામે છે, જેનાં સૈકાં જતાં હજારથી હોઠહજાર ફૂટ જાડાં થર બન્યાં છે, અને હજારો માઈલના વિસ્તારમાં પ્રસરેલાં છે. એવાં કેટલાં યે અનાત સરોવર હશે કે તે કાળક્રમે પુરાઇ જઈને જમીનની સપાટીને સમતલ બન્યાં હશે. સમુદ્રના તળ સિવાય બીજે જે સ્તર બંધાતા હોય તેના ઉપર થોડે વખતે ઘસારો લાગવાનો જ. સમુદ્રની નીચે ઘણા શિખરમાં બંધાતાં પડ જ્યારે ભીતરના દબાણથી ઉપર આવે છે ત્યારે જ તેના ઉપર ઘસારો શરૂ થાય છે. જમીનના ઉપરનીચે થવાને લીધે આવી જાતનો ક્રમ નિરંતર ચાલુ રહ્યા કરે છે.

સજીવ વસ્તુનો ફાળો

હવા અને જમીનની વચ્ચે દ્રવ્યની આપલે કરવામાં સજીવ વસ્તુ ખાસ ભાગ ભજવે છે. આગળ કહ્યું છે તેમ પૃથ્વીની શરૂઆતમાં હવામાં કાર્બોનિક વાયુ ઘણા જ પ્રમાણમાં હતો. એ વાયુ વનસ્પતિ વડે ધીમેધીમે શોષાઈ ગયો છે અને અત્યારે કોલસાના પડરૂપે એમાંનો મોટો ભાગ જમીનના ખડકોમાં જકડાઇ ગયેલો છે.

પાષાણસ્તરોને છિન્નભિન્ન કરવામાં વનસ્પતિ ઘણી મદદરૂપ થઇ પડે છે. એનાં મૂળ ખડકોની ફાટમાં જઈ મોટાં થઈ તેને તોડી નાંખે છે. નાના છોડો ઉપરની માટીને ઉથલપાથલ કરવામાં ઘણો ભાગ ભજવે છે, અને એમ આડકતરી રીતે જમીનના ઘસારામાં મદદ કરે છે. વળી ઘીચ વનસ્પતિ હોય ત્યાં ભેજ અને વરસાદનું પ્રમાણ પણ વધુ હોય છે, એટલે એ રીતે પણ જમીનના ઘસારા ઝડપી બને છે. જ્યારે વનસ્પતિ નાશ પામે છે ત્યારે એમાંથી કેટલાક તેજાબ ઉત્પન્ન થાય છે. એ તેજાબ જમીનના દ્રવ્ય સાથેની ક્રિયાથી કેટલાક વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે, જે હવામાં ભળે છે. હવામાંથી કાર્બોનિક વાયુ શોષી વનસ્પતિ ઑક્સિજન હવામાં છોડે છે. આમ જમીન અને હવા વચ્ચે દ્રવ્યની આપલે હજી પણ ચાલુ રહે છે.

પ્રાણીઓ પણ અનેક રીતે જમીનને નુકશાન પહોંચાડે છે. જમીનમાં દર કરનારા પ્રાણીઓ અંદરની માટીને ઉપર લાવીને હવા અને પાણીના ઘસારાને વધુ તીવ્ર બનાવે છે. તેમનાં દર-વાટે પણ પાણી જમીનમા ઊતરીને વધુ નુકશાન કરે છે ડાર્વિનના મત પ્રમાણે અળસિયાજેવા અસંખ્ય જંતુઓ હમેશા જમીનના પડની અંદરથી નાના રજકણો બહાર લાવ્યા કરે છે. આને લીધે પણ જમીન ઉપર પ્રચંડ ફેરફારો થાય છે અમેરિકામા પ્રેરીડૉગ અને ગોફર નામના પ્રાણીઓએ પશ્ચિમ તરફના ઘણા મોટા સપાટ પ્રદેશને ઊકેલી કાઢ્યો છે. બિવર નામનું પ્રાણી ઝાડીને કાપી નાખે છે કેનેડામાં આ પ્રાણીઓએ ઘણે ઠેકાણે ઝાડ કાપીને નદીના વહેણમા અંતરાય ઊભા કર્યા છે કેટલેક ઠેકાણે નાની ખીણોમા ઝાડના અંતરાયને લીધે પાણી ભરાઈ રહે છે અને હજારો એકર જમીન સરોવરમા ફેરવાઈ ગઈ છે મિસિસિપીનદીના કિનારા પણ કેનાલની માછલીઓએ પાડેલી બખોલોથી વધુ ઝડપથી તૂટી જાય છે મોલુસ્ક નામની જીવાત ઝાડ અને પથ્થરમા પણ કાણા પાડે છે અને એથી એમનું બંધારણ શિથિલ બનાવે છે. પરવાળાના ટાપુઓનો નાશ પણ ઘણીવાર આવા જ કારણથી થાય છે.

વનસ્પતિની રક્ષણ કરવાની શક્તિ કેટલીક વાર જમીનના પડના ઘસારાને અટકાવે છે. ઘાસજેવી કેટલીક એવી વનસ્પતિ નીચેની છૂટી માટી અને રેતીને પોતાના મૂળથી ઢાંકી દઈને બચાવે છે ઉત્તરઅમેરિકાના કેટલાક વેરાન પ્રદેશની રેતાળ જમીન ગ્રીઝ વૂડ અને સેઈજ બ્રશ નામની વનસ્પતિથી રક્ષાયેલી છે દરિયાઈ વેલા સમુદ્રકિનારાને કંઈક અંશે સમુદ્રના મોજાં અને હવાની અસરથી બચાવે છે. આવી રીતે જંગલ અને ઝાડીથી જમીન ઉપર વરસાદના મારાનું બળ કંઈક ઓછું થાય છે. પર્વતના ઢોળાવ ઉપર ઊગતા ઝાડો એના ખડકોને અને શિલાને નીચે સરી પડતા

અટકાવે છે

સજીવ વસ્તુના નાશમાથી જમીનના સ્તરનો એક મુખ્ય વિભાગ ઉત્પન્ન થાય છે ખેતી થાય એવી જમીનનુ સ્વરૂપ વનસ્પતિના નાશથી બદલાયા કરે છે કપાસ ઊગે તેવી હિન્દુસ્તાનની કાળી જમીન આના જ પ્રકારે લાબા કાળના વનસ્પતિના વિનાશને લીધે ઉત્પન્ન થયેલી છે. રશિયા અને અમેરિકામા પણ આ જ પ્રકારે મોટા વિસ્તારની જમીન કાળી માટીમા રૂપાન્તર પામી છે

સમશીતોષ્ણ અને શીત પ્રદેશમા વનસ્પતિના એક ઉપર બીજા થર ઉત્પન્ન થાય છે યૂરોપ અને અમેરિકામા લીનજેવી રેષાવાળી વનસ્પતિ (સેવાળ)ના મોટા પડ બધાય છે ભરા સરોવરમા આવી વનસપતિ ઉત્પન્ન થાય છે અને બહારથી ઘસડાઇ આવેલા કાપથી દબાય છે આ લીન સરોવર અગર મોટા તળાવોમા ઉદ્ભવીને પાણીમા ઊડી વધતી જાય છે અને એક ઉપર એક, એમ બીજા પડ બધાવાથી સરોવરના તળને અછીછરુ બનાવે છે આવી જાતના લીનના સ્તરો માટીમા પૂરાઈ જાય છે ત્યારે એ પિટ નામના કાળા ખાચડરૂપે એકરસ થઇ જાય છે એના કાંપમા પગ મૂકતાથી અદર ખુપવા લાગે છે એ સ્તરો ઘણીવાર ત્રીસ કે ચાળીસ ફૂટ જાડાં હોય છે એ કાંપને સૂકવીને બાળવાના કામમા વાપરવામા આવે છે રોમ્સાયર નામના પરગણામા ૧૬૫૧ મા પાઈન ઝાડનું એક જૂનુ જગલ હતુ પદર વર્ષ પછી એ જગલના મરી ગયેલા ઝાડનો અશ પણ રહ્યો ન હતો, અને એ જગાએ દેહ સુધી માણસ ખુપી જાય એટલો જાડો સેવાળનો કાપ જામ્યો હતો ૧૬૯૯ મા તો એ પીટ સુકાઇને બાળવાના બળતણ તરીકે પણ વપરાશમા આવ્યો હતો હાનોવરમા પીટનો ૪ થી ૬ ફૂટ જાડો થર ૩૦ વર્ષમા બધાય છે યુરોપ અને ઉત્તરઅમેરિકામા પીટના વિશાળ પટો છે આયર્લૅંડનો લગભગ સાતમો ભાગ પીટના સ્તરવાળો પ્રદેશ છે કેટલાંક એવા સરોવર પણ છે કે તેની ઉપર લીલનો

જાડો થર બંધાઈ ગયેા હોય છે અને નીચે પાણી ભરાઈ રહ્યું હોય છે. આવી જ જાતના થર દરિયાની નજીકના નીચાણવાળા પ્રદેશમાં મેનગ્રોવ નામના છોડોના વિનાશથી ઉત્પન્ન થાય છે.

મુંબાઈની નજીક વસાઈની ખાડીની આસપાસ નીચાણવાળા પ્રદેશમાં ખારા પાણીમાં જીવનારા છોડનાં વિસ્તૃત જંગલ આવેલાં છે અને એ પ્રદેશ ઉપર સમુદ્રનું પાણી ફર્યા કરે છે. એ છોડ નાશ પામે છે ત્યારે એમાંથી પણ એ જ જાતનાં પડ બંધાય છે. હિન્દમાં પણ બીજા પ્રદેશોમાં એવા પીટવાળા પ્રદેશો આવેલા છે. નીલગિરિના કેટલાક ખીણવાળા પ્રદેશમાં પીટનો જથ્થો છે. જંગલો અને ડાંગરમાંથી ઉત્પન્ન થયેલાં પીટનાં સ્તરો ગંગાનદીના દોઆબમાં કેટલેક સ્થળે મળી આવ્યાં છે. જેલમના કાંઠાના કાશ્મીરના પ્રદેશમાં પણ પીટ બંધાયેલો છે.

કોલસાનાં પડ પણ આવી જ રીતે વનસ્પતિનાં જંગલોની માટીના પડ નીચે દબાઈ જવાથી ઉત્પન્ન થયેલાં છે. ફેર માત્ર એટલો જ કે પીટવાળો પ્રદેશ હજી જમીનની સપાટી ઉપર હોય છે ત્યારે કોલસાનાં પડ ઉપર ભૂમિનાં બીજાં પડ બંધાવાથી દબાઈને તે વધુ ઘન બન્યાં હોય છે. જે જગાએ કોલસો મળે છે ત્યાં ઘણા લાંબા કાળ ઉપર વનસ્પતિનાં મોટાં જંગલો હોવાં જોઈએ. એ પ્રદેશની વનસ્પતિ નાશ પામતાં તેના ઉપર ઊંચાણવાળા પ્રદેશમાંથી ઘસડાઈ આવેલી માટીનાં સ્તર બંધાયાં. ઉપરના દબાણથી અને સૂર્યના પ્રકાશ અને ગરમીના અભાવથી એ વનસ્પતિના અવશેષ કાળા કોલસારૂપે બંધાઈ ગયા. કોલસાનાં નાનાંમોટા પડ અર્ધા ઇંચથી માંડી ત્રીસ ફૂટ સુધીની જાડાઈનાં હોય છે. કોલસાનાં પડ વધુમાં વધુ ૧૪૦૦૦ ફૂટના ઊંડાણ સુધી મળે છે. કોલસાનાં પડ બંધાવાને પણ ઘણો જ લાંબો સમય લાગે છે. ડોસનની ગણતરી પ્રમાણે અત્યારના ઊંડામાં ઊંડા કોલસાનાં પડ બંધાવાને ૬૦ લાખ વર્ષ વીત્યાં હશે. હિન્દના કોલસાની નીપજમાંથી ૯૨ ટકા ભાગનો કોલસો બંગાળા,

બિહાર અને ઓરિસ્સામાથી નીકળે છે. દર વર્ષે ૧૬૦૦૦૦ ટન કોલસો નીકળે છે, જેની ૬ કરોડ રૂપીઆની ઊપજ થાય છે. બગાળા, બિહાર અને ઓરિસ્સા એ વિભાગોમાથી નીચેના સ્થળે મુખ્ય કોલસાનાં પડો છે અને તેમાથી કૌંસમા બતાવેલો કોલસો દર વર્ષે કઢાય છે રાણીગંજ (૫૦૦ ૦૦૦ ટન), ઝરીઆ (૯૦૦૦૦૦૦ ટન) ગીરીધ (૮૩૦૦૦૦ ટન), ડાલ્ટનગંજ (૮૫૦૦૦ ટન) મધ્ય હિન્દમા ઉમરીઆમા (૧૫૦૦૦૦) કોલસાની ખાણુ છે મધ્ય પ્રાંતોમાથી પણ કેટલેક સ્થળે કોલસો મળે છે આસામ, બલુચીસ્તાન, મોલ્ટરેન્જ અને બિકાનેરમાથી પણ કોલસો નીકળે છે, પરંતુ એ કોલસાના પડો ઉપરના બીજા બધા કોલસાના પડોથી પાછળના કાળના છે હાલમા આ દરેક સ્થળે કોલસા કાઢવાનુ પ્રમાણ પહેલાથી દોઢું કે બમણું થયું છે

પૃથ્વી ઉપર જે પ્રાણીઓ મરી જાય છે તેમના અવશેષો ભાગ્યે જ આપણુને જોવા મળે છે, કારણ કે તેમના શરીર માટીમા ઓગળી જાય છે, પરંતુ પાણીની નીચે મરતા પ્રાણીના અવશેષોનો જથ્થો ભેગો થયા કરે છે આ જાતના પ્રાણીના અવશેષમાથી ઉદ્ભવેલા પાષાણનું ઉત્પત્તિસ્થાન મુખ્યત્વે સમુદ્ર જ છે સમુદ્રની અંદર અનેક જાતના અસંખ્ય પ્રાણીઓ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેટલા જ પ્રમાણમા મરી પણ જાય છે એમના શરીરમા મુખ્યત્વે ચાકના તત્ત્વો વિશેષ હોય છે એટલે એ પ્રાણીઓ મરી જતા ચાકના પાષાણ તૈયાર થાય છે ખાસ કરીને મોનુસ્કા, એકિડીનોઝોઆ અને ફોરામિનિફેરા એ નામના ત્રણ પ્રકારના જંતુ આ જાતના પ્રાણીજ પાષાણ તૈયાર કરવામા કારણભૂત છે ઉષ્ણકટિબધના વિસ્તારમાં આવેલા સમુદ્ર નીચે ઘણા મોટા પટમા ચાકના પડો તૈયાર થાય. છે સમુદ્રનાં તળિયાનો કીચડ તપાસીએ તો એમા ચૂનાનો કીચડ મળી આવે છે કાળ જતા એ કીચડનો જાડો થર બાઝે છે. એ કીચડમા નાની છીપ અને શખલા પણ જડાઈ જાય છે. આવા

૫. સમુદ્રના તળથી સપાટી જેટલી ઊંચાઈના પણ થાય છે, પરંતુ ઘણુંખરું એ પડો સમુદ્રના તળમાંથી ઘણે નીચે કોઈ ભીતરના દબાણથી જ ઉપર આવે છે જ્યાં આવા પાષાણ મળે છે એ ભાગ એક કાળે અચૂક સમુદ્ર નીચે હોવો જ જોઈએ

સમુદ્રમાં પરવાળાના જંતુ પણ ઘણા વિસ્તારમાં પરવાળાના ટાપુ ઉત્પન્ન કરે છે જ્યાં સાધારણ રીતે ૬૮૦ (ફેરનહાઈટ) ગરમી હોય ત્યાં પરવાળાના જંતુ પુષ્કળ પ્રમાણમાં ઉત્પન્ન થાય છે કાદવવાળા અને ઠંડા પાણીમાં એ જંતુ જીવી શકતા નથી આફ્રિકાના પૂર્વ કિનારા ઉપર, મધ્યઅમેરિકાની આજુબાજુ અને ઑસ્ટ્રેલિયાની નજીક પરવાળાના ખડકો ઘણી સંખ્યામાં બંધાતા રહે છે આ ખડકો વધતીઓછી ઝડપે બંધાય છે જ્યાં ખડક બંધાવા લાગે છે ત્યાં અસંખ્ય જંતુ ઉત્પન્ન થઈને મરી જાય છે, અને એક ઉપર એક એમ નવા પડ બંધાવાથી એ ટાપુ ઉપર આવે છે પેસિફિક સમુદ્રમાં લગભગ ૨૮૦ પરવાળાના ટાપુ છે હિન્દી મહાસાગરમાં પણ ઘણા પરવાળાના ટાપુ છે ઑસ્ટ્રેલિયાના કિનારા નજીક ૧૨૦૦ માઈલ લાંબી અને ૫૦ ફૂટ પહોળી ખડકની હાર બંધાયેલી છે

મનુષ્યે પણ જમીનની સપાટીના સ્વરૂપમાં ફેરફાર કરવામાં ઓછો ફાળો આપ્યો નથી કુદરતની આપેલી બક્ષિસનો ઉપભોગ કરવાથી સંતોષ ન માનતા એણે કુદરતની સામે જેહાદ માંડી એને વશ કરવામાં સંતોષ માન્યો છે આમ કરવામાં એને કામચલાઉ ફત્તેહ મળી હશે, પરંતુ ઘણીવાર એણે ભયંકર ખત્તા ખાધા છે પોતાના ઉપયોગ માટે એણે મોટામોટા જંગલ કાપી નાખ્યાં છે અને પરિણામે ઉઘાડી પડેલી જમીનને વરસાદ અને હવાના ઘસારા વધુ લાગવા માંડયા છે વળી વનસ્પતિ ઓછી થતાં વરસાદનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું થઈ ગયું છે આવી રીતે થતા નુકસાનની ઝાંખી થવા છતાં હજી યે પોતાની વિનાશકારક પ્રવૃત્તિમાં એ મંડ્યો રહે

છે નહેર અને પુસ્તા બાંધીને પણ જમીનના પટ ઉપર વિ. પ્રદેશમાં મનુષ્ય ઘણા ફેરફાર કરી રહ્યો છે નહેરથી જે જમી. ખેતી નહોતી થતી ત્યાં ખેતીની વનસ્પતિને લીધે જમીનના પ ફેરફારો થશે અને પુસ્તા વગેરે બંધાયાથી નદીમાં પૂરની અ વિસ્તૃત પ્રદેશ ઉપર થશે રસ્તા, કૂવા તળાવ, નહેર, ખ ભૂમાર્ગો, મકાન, પુલ ટનેલ વગેરે રચનાઓ વડે જમીનની આ ઉપર અનેકવિધ ફેરફાર કરવામાં મનુષ્ય કારણભૂત છે



જ્વાળામુખી અને ધરતીકંપથી થતા ફેરફારો

જ્વાળામુખી અને ધરતીકંપને લીધે ભૂમિના પડોમાં ઘણો ફેરફાર થયો છે અને હજી યે થયા કરે છે. ભૂતકાળમા એ બન્ને બળોથી જે પ્રબળ ફેરફારો થયા હશે એના પ્રમાણમા અત્યારની અસર તો નામની જ ગણી શકાય. છતા ધરતીકંપ અને જ્વાળામુખીના વારંવાર થતા બનાવો હંમેશા જાનમાલને ભારે નુકસાન કરે છે, અને એના કેન્દ્રની આસપાસના પ્રદેશની ભૂમિમા ભારે ઉથલપાથલ કરી મૂકે છે. આથી એ બન્ને બળોનું કંઇક વિવેચન અહીં આવશ્યક છે

ઘણાખરા જ્વાળામુખી સુષુપ્ત અવસ્થામા જ રહે છે અને લાબા કાળે જાગ્રત થઈ આસપાસના પ્રદેશને એની વિનાશકારક શક્તિનો પ્રત્યક્ષ અનુભવ કરાવે છે પૃથ્વીના પડ ઉપર જાગ્રત જ્વાળામુખી કરતા મૃત અથવા શાંત જ્વાળામુખી વિશેષ છે, એટલે એમ લાગે છે કે પૂર્વે જ્વાળામુખીના ભયાનક બળોએ પૃથ્વીના પડ ઉપર ક્રાન્તિકારક અસર કરી હશે

પૃથ્વી ઉપર લગભગ ૩૦૦ જ્વાળામુખી પર્વતો છે મહાસાગરના કિનારા નજીક ટાપુઓની હારમાળારૂપે અગર જે કિનારાની લગોલગ લાબી પર્વતની હારમાળા હોય ત્યાં ઘણુંખરું જ્વાળામુખી વિસ્તરેલા હોય છે સમુદ્રની અંદરના ઘણાખરા ટાપુઓ જ્વાળામુખીદ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા છે અને એમ મનાય છે કે પરવાળાના ટાપુ પણ જ્વાળામુખીની ટેકરી ઉપર બધાયેલા હોય છે એવું પણ માલૂમ પડે છે કે જ્વાળામુખી ઘણુંખરું સમુદ્રથી બહુ દૂર હોતા નથી એંડીઝ જ્વાળામુખીનો એક પટો (જેને પૅસિફિક બેલ્ટ

* જ્વાળામુખીની ચોક્કસ સખ્યાનો આંકડો હજી કઢાયો નથી સમુદ્રની નીચે અને પૃથ્વીની સપાટી ઉપર દીર્ઘ કાળે જાગ્રત થતા જ્વાળામુખીની સખ્યા અનિશ્ચિત છે

કહેવામા આવે છે) દક્ષિણઅમેરિકામા છે એ હાર મધ્યઅમેરિકા, મૅકિસકો અને ઉત્તરઅમેરિકાના પશ્ચિમ કિનારે આગળ વધે છે ત્યાથી કામસ્કાટકા થઈને જાપાન તરફ જાય છે બીજો પરા ફિલિપ્પાઇન ટાપુથી સુડા સમુદ્રમા થઈ ન્યૂઝીલૅંડ તરફ જાય છે બીજો કૅસ્પિયન પરા નિપારી ટાપુ, એટ્નાના વિસુવિયસ, ઇજીઅન ટાપુ, વગેરે સ્થળોમા થઈ પસાર થાય છે ઍટ્લાન્ટિક પરા આઇસલૅંડ આઝોર, મડિરા કનેરી ટાપુ, પોલિનિશિયન ટાપુ, મોનાલોઆ, વગેરે સ્થળોમા થઈને પસાર થાય છે

યૂરોપમા મુખ્ય ૭ જાગ્રત જ્વાળામુખીઓ છે વિસુવિયસ, એટ્ના, સ્ટ્રમ્બોલી મેન્ટારિન, વોલ્કેનો અને નિસિરોસ, એશિયામા ચાળીસ છે, આફ્રિકામા દસ, ઉત્તર અમેરિકામા વીસ, મધ્ય અમેરિકામા પચીસ અને દક્ષિણઅમેરિકામા સાડત્રીસ છે એ સિવાય મોટા ભાગના જ્વાળામુખી સમુદ્રમા આવેલા ટાપુઓમા હોય છે ઉત્તર ધ્રુવમા ફક્ત એક જાન મેયન નામનો જ્વાળામુખી છે હિન્દુસ્તાનમાં હાલ સજીવ જ્વાળામુખી છે જ નહી. મલાયાના સજીવ જ્વાળામુખીઓની સુડા નામે ઓળખાતી હારની લીટીને આગળ વધારીએ તો એમા બંગાળાના ઉપસાગરમા આવેલા કેટલાક મૃત જ્વાળામુખી આવે છે બૅરન (ઉજ્જડ) ટાપુ નામે ઓળખાતો મૃત જ્વાળામુખી એમા મુખ્ય છે એ આંદામાનની પૂર્વે આવેલો છે હાલ એના જૂના શંકુનુ ખવાઈ ગયેલુ શિખર અને મુખ આગળનો ભાગ નજરે પડે છે, એને ઉપરથી માત્ર બેએક માઇલના વ્યાસનો ઘેરાવો છે એના શિખરનું નવું શંકુ દરિયાથી ૧૦૦૦ ફૂટ ઊંચે આવેલું છે એ શંકુના ભીતરનો ભાગ લગભગ હજારેક ફૂટ ઊંડો છે આ જ્વાળામુખી છેલ્લો સને ૧૭૮૯મા ફાટ્યો હતો એમ કહેવાય છે કે ૧૮૦૩ની સાલમા એ થોડો વખત સજીવ રહ્યો હતો

એ જ માળાની લાઇનમા આવે એવો બીજો મૃત જ્વાળામુખી

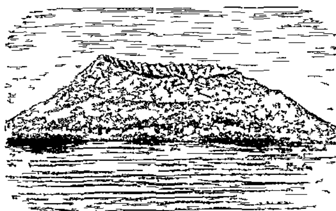
નારકોંડમનો છે વળી પુપા આગળ પણ એક ત્રીજો મૃત જ્વાળામુખી છે પશ્ચિમમા કોહી સુલતાન નામનો મૃત જ્વાળામુખી બલુચિસ્તાનમાં આવેલો છે જ્વાળામુખી ફાટે છે ત્યારે એમાથી મુખ્યત્વે નીચેના તત્ત્વો બહાર નીકળે છે: (૧) વાયુ અને વરાળ, (૨) ગરમ પાણી અને કાદવ, (૩) લાવા અને (૪) રાખ અને પાષાણ. વાયુમા ખાસ કરીને હાઇડ્રોક્લોરિક વાયુ, નાઇટ્રોજન અને એમોનિયા ગૅસ પુષ્કળ જથ્થામા નીકળે છે

જ્વાળામુખી ફાટવાનો હોય છે તે પહેલા જમીનમા મોટામોટા અવાજ અને ખડખડાટો સભળાય છે વળી જ્વાળામુખીના શિખર-માથી વરાળ અને વાયુ વધુ જોરમા નીકળે છે ઉપરનું મુખ બધ થઈ ગયેલુ હોય તો હવા અને વાયુને ઉપર દબાણ કરીને નીકળતા વાર લાગે છે એથી જમીનમા ધીમી ધ્રુજારી ઉત્પન્ન થાય છે અને એ મોટી થતા ધરતીકંપના આચકા શરૂ થઈ જાય .છે અંદરનુ દબાણ પુષ્કળ વધી જાય છે ત્યારે ઉપરનુ શિખર તૂટી જાય છે અને મોટા કડાકા સાથે નીચેના વાયુ અને લાવા બહાર નીકળે છે ઘણીખરી વખત લાવા ઉપરના શંકુમુખમાથી નીકળે છે, પરંતુ કેટલીક વાર એ પર્વતને ઘણે ઠેકાણે ફાડી નાખી મોટામોટા ચીરા પાડે છે ઉપરનુ શિખર ફાટવાની સાથે અતિભયાનક અવાજો થાય છે, અને મોટા પથ્થરના ટુકડા દૂરદૂર ફેંકાય છે અને ૧૫૩૮મા નેપલ્સના અખાતમાં મોરેનોનો નામનો એક નવો જ્વાળામુખી ફાટયો હતો ૨૪ કલાકમા એના શિખરમાથી એટલા બધા રાખ, પથ્થર અને ધૂળ કડાકા સાથે બહાર નીકળ્યા હતા કે તેમાથી ૪૪૦ ફૂટ ઊચી અને દોઢ માઈલ ઘેરાવાની એક ટેકરી બંધાઈ ગઈ.

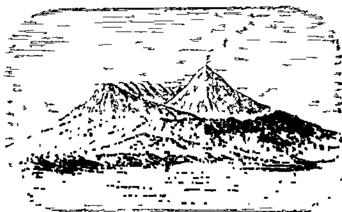
જ્યારે ઉપરનું શિખર ફાટે છે ત્યારે સપાટીના ભાગના ટુકડાઓ પ્રથમ ઊચે ફેંકાય છે. ત્યાર પછી ભીતરના પદાર્થો બહાર આવે છે જ્વાળામુખીમા મોટી ફાટ પડતી વખતે મોટા ધગધગતા અંગારા

ઘણે ઊંચે ઊડે છે અને એમાના કેટલાક નિખરમા પાછા પડે છે જ્યારે બાકીના બહારના ઢોળાવ ઉપર પડે છે સને ૧૭૭૯ મ વિસુવિયસમાથી ઊડેલા તણખા ૧૦ હજાર ફૂટ ઊંચે ઊડ્યા હતા આટુકા નામના ચિનીદેશના જ્વાળામુખીમાથી નીકળતા પથ્થરો ૩૦ માઈલ દૂર સુધી ઊડે છે એવુ કહેવાય છે કે કોટોપેક્ષીમાથી ૨૦૦ ટન વજનનો પથ્થર ૯ માઈલ દૂર ફેંકાયો હતો પથ્થર ઉપરાત રાખ અને અતિસૂક્ષ્મ ધૂળ પણ ઘણા જ્વાળામુખીમાથી નીકળે છે એ ધૂળ મોટા વાદળરૂપે આસપાસ પથરાય છે, અને એ એવી સૂક્ષ્મ અને એટલા જથ્થામા હોય છે કે કોઈ પણ બ ધ પેટી કે ઘડિયાળમા પેસી જાય છે

સને ૧૮૨૨મા વિસુવિયસમાથી ઊડેલી ધૂળ ૧૦૦ માઈલ દૂરના પ્રદેશમા પથરાઈ ગઈ હતી સને ૧૮૭૭મા કોટોપેક્ષીમાથી નીકળેલી ધૂળના વાદળે સૂર્યને પુરેપૂરો ઢાકી દીધો હતો અને એથી આસપાસના પ્રદેશમા અ ધકાર વ્યાપી ગયો હતો ક્રાકાટોઆમાથી નીકળેલી ધૂળ ૧૭ માઈલ ઊંચી ઊડી હતી અને ૧૫૦ માઈલના વિસ્તારમા એથી અધકાર છવાઈ ગયો હતો વળી એ ધૂળ સમસ્ત પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ફેલાઈ ગઇ હતી એ ધૂળને લીધે દરેક દેશમા સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્તવખતે મનોહર રગબેરંગી દેખાવો જોવાના મળ્યા હતા ધૂળના સાધારણ મોટા પરમાણુ લગભગ ૭૦૦ માઈલ દૂર સુધી જોવા મળ્યા હતા પાણીને ઘણા દબાણથી એક નળીમાથી બહાર ફેંકવામા આવે તો એ સૂક્ષ્મબિ દુમા વહેંચાઈ જાય છે તેમ ભીતરમાથી પુષ્કળ દબાણથી નીકળતો લાવા અને એવો પદાર્થ જ્યારે બહાર ઓછા દબાણવાળા ભાગમાં નીકળે છે ત્યારે એમના મોટા કકડા સાથે સૂક્ષ્મ રજકણમા ભૂકો થઈ જાય છે. લાવા નીકળતો ન હોય તે જ્વાળામુખીના શંકુભીતરમાંથી નીકળેલા પથ્થર અને ધૂળથી બધાયેલા હોય છે વળી આ રીતે વારંવાર નવાનિઓનો પથ્થરના ફાટતી, જ્વાળામુખીની આસપાસની જમીન ઉપર [illegible] એ



વિસુવિયસ ઇ. સ પૂ ૭૯નો જ્વાળામુખી ફાટ્યા પહેલાં
આકૃતિ ૫ પૃ ૫૮



વિસુવીયસનું જ્વાળામુખ ફાટ્યા પછી
આકૃતિ ૬ પૃ. ૫૯

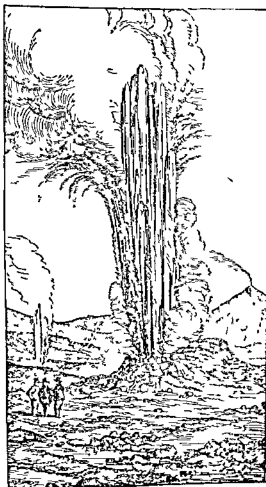
૫ડ બાઝતા જાય છે મેગે નામના જ્વાળામુખીની આસપાસનો પ્રદેશ ૪૦૦૦ ફૂટ જાડા રાખના થરમા દટાઈ ગયેલો છે આ થરની અંદર ઝાડપાન અને પ્રાણી પણ દટાઈ ગયા છે આ રીતે જ્વાળામુખીથી ઉત્પન્ન થતી ભૂમિના સ્તરોમા એ પ્રદેશનો ઇતિહાસ જળવાઈ રહે છે સુમ્બાના જ્વાળામુખીમાથી નીકળેલી રાખથી સુમાત્રાના પશ્ચિમ કિનારા ઉપર બે ફૂટ જાડો થર બાઝયો હતો આઇસ્લૅંડમા આવેલો સ્કેપ્ટર જોકુલ જ્વાળામુખી ૧૭૮૩મા ફાટયો તે વખતે એની ધૂળથી હવામાન લગભગ ત્રણચાર મહિના સુધી ભરેલુ રહ્યુ હતુ અને ૬૦૦ માઈલ દૂરના પહાડો ઉપરના જંગલ એ ધૂળ પડતા તદ્દન નાશ પામ્યા હતા આ ઉપરથી ચોખ્ખુ જણાય છે કે જ્વાળામુખીની આસપાસના સેંકડો માઈલના વિસ્તારમા આગ્નેય પાષાણ બંધાય છે એવુ માનવામા આવે છે કે એટ્ના અને વિસુવિયસ સમુદ્રના તળિયામાથી ઉપર આવેલા છે અને એ પર્વતોનો અત્યારનો વિસ્તાર ભીતરમાથી નીકળેલા દ્રવ્યથી જ રચાયેલો છે ભૂમધ્યસમુદ્રમા સને ૧૮૩૧મા ૬૦૦ ફૂટ ઊંડો ફાટેલો જ્વાળામુખી એકાએક સમુદ્રની સપાટી બહાર આવી ગયો હતો એ ફૂટી નીકળેલા ટાપુ ગ્રેહામનો ટાપુ એ નામથી ઓળખાયેલો છે થોડા જ માસમા સમુદ્રના પાણીથી એનો ઉપરનો ભાગ ધોવાઈ જવાથી એ પાછો અદૃશ્ય થઈ ગયો હતો એંડીઝના જ્વાળામુખીમાથી ઉત્પન્ન થયેલી પર્વતની હાર ૪૫૦૦ માઈલ લાંબી છે અને એની અંદર મૃત, જાગ્રત અને સુષુપ્ત જ્વાળામુખીઓ આવી રહેલા છે કેટલીક વાર જ્વાળામુખી ફાટવાથી જમીન નીચે પણ ઊતરી જાય છે

કેટલાક જ્વાળામુખીમાથી પાણી અને કાદવ પણ પુષ્કળ પ્રમાણમા બહાર નીકળે છે ૧૮૭૭ મા કોટોપાક્સી ફાટવાથી આસપાસના પ્રદેશમાં ધોધમાર પાણી અને કાદવ પથરાઇ ગયાં હતા. એ કાદવમા આસપાસના દસ માઈલનો પ્રદેશ દટાઈ ગયો હતો અમેરિકાના કેટલાક જ્વાળામુખીમાથી ઘણો કાદવ બહાર પડે છે.

જ્વાળાની અન્ય પણ નાનીવાર વિસ્તૃત પ્રદેશ ન્યનના મો ,૮ ક્ષ્ય. ચગ્થી દર્શાઈ જાય છે અને એવી જગાએ ગાર્ઇક હેમણે માત્ર તાકના ઝાડની ટોચ નજરે પડે છે બ્રહ્મદેશના આગડાનડિનારા ઉપર અને ઇગવતીનદી ઉપર મુખ્યત્વે રામરી અને ચેદુના ટાપુમા કેટલાક કાદવના જ્વાળામુખી આવેલા છે માત્ર પાણી નીકળતુ હોય તો તેનાથી ફક્ત સપાટી ધોવાઈ જઇને થોડુ ઘણુ નુકશાન થાય છે, પરંતુ કાદવથી નુકશાન થવા ઉપરાન્ત જમીનની સપાટી ઉપર નવું સ્તર બંધાઈ જમીનના પ્રકારમા ઘણો ફેરફાર થાય છે

કેટલાક જ્વાળામુખીમાથી ઘ્મનના વગર અને બીજા વાયુ નીકળ્યા કરે છે એ જ્વાળામુખી જાગ્રત થાય છે ત્યારે વાયુ અને વરાળનુ પ્રમાણ ઘણુ વધી જાય છે વાયુ હવામા ભળીને આસપાસની વનસ્પતિને નુકસાન કરે છે હાઇડ્રોક્લોરિક વાયુ વરસાદના પાણીમા મળી નીચે ઉતરતા નવા ક્ષારો ઉત્પન્ન કરે છે, અને પાષાણને ક્ષીણ કરવામા મદદ કરે છે ગન્ધકના વાયુ પણ પુષ્કળ પ્રમાણમા નીકળે છે અને એથી નવીન જાતના ક્ષારના પડ તૈયાર થાય છે

કેટલાક અંત થવાની અણી પર આવેલા જ્વાળામુખી પ્રદેશ માથી કાર્બોનિક વાયુ ઠડા અથવા ગરમ પાણીમાથી પરપોટારૂપે નીકળ્યા કરે છે એવી જગાએ નાના જતુ અને પ્રાણીઓ મરી જાય છે જાવાની મૃત્યુની ખીણ ત્યાના ઝેરી વાયુ માટે જાણીતી છે ત્યા એક ઊડા પોલાણમાથી કાર્બોનિક વાયુ એટલો બધો તો નીકળે છે કે નીચાણના ભાગમા હવાની જગાએ કાયમ ભરાઈ રહે છે વાઘ, વરુ અગર એવા પ્રાણી નાસી જતા ભૂલેચૂક એ જગાની આસપાસ આવી ચડે તો તે ગુગળાઈને મરી જાય છે એ જગાએ મનુષ્ય સુદ્ધાંત કેટલા યે પ્રાણીના અવશેષ મળી આવે છે જ્યા તેના ઝરા અને જલદ વાયુ નીકળે એવા કેસ્પિયન પ્રદેશ, મેસોપોટેમિયા, કુર્દિસ્તાન, યુનાઈટેડ સ્ટેટ્સ, બ્રહ્મદેશ, વગેરે પણ એક જાતના જ્વાળામુખીની કક્ષામાં મુકાય એવા પ્રદેશો છે બાકુના આગના



વૃદ્ધ વફાદાર ઝીસર, આઇસલૅંડ
આકૃતિ ૭ પૃ ૬૧

કૂવાઓ વિશ્વવિખ્યાત છે. જ્યાંસુધી પેટ્રોલ હાથ કરવામાં આવ્યું નહતું ત્યાંસુધી કેટલાક પ્રદેશમાં પેટ્રોલ અને કેરોસીન જેવાં તેલ કાયમ બળતાં રહેતાં હતાં. આ તેલ ભૂમિનાં સાધારણ ઊંડાઈના પડમાં વનસ્પતિના અવશેષ અને બીજા રાસાયણિક તત્ત્વોની ક્રિયાથી ઉત્પન્ન થાય છે. બ્રહ્મદેશની ઇરાવતીનદીના તળમા મુખ્યત્વે માગ્વેથી પાકોકુ જિલ્લા વચ્ચે આવેલા પ્રદેશમાં તેલના કૂવા છે. એ સર્વમાં યેનાગ્યાંગ (માગ્વે જિલ્લો), સીંગુ (મ્યીંગાગ જિલ્લો), યેનાગ્યાંગ (પાકોકુ જિલ્લો) અને મીંબુ (મીંબુ જિલ્લો) મુખ્ય છે. એમાંથી દર વર્ષે નીચે પ્રમાણે તેલ નીકળે છે:

યેનાગ્યાંગ (૨૦૦૦૦૦૦ ગેલન), સીંગુ (૬૦૦૦૦૦૦૦ ગેલન), યેનાંગ્યાગ (૫૦૦૦૦૦૦ ગેલન) અને મીંબુ (૫૦૦૦૦૦૦ ગેલન). આસામની અંદર લખમીપુર જિલ્લામાં ડીગબોઇમાંથી (૪૫૦૦૦૦૦ ગેલન) તેલ નીકળે છે.

ઊના પાણીના ઝરા પણ જ્વાળામુખીની શાન્ત થવાની સ્થિતિ બતાવે છે. કેટલેક ઠેકાણે ઊના પાણીના ઝરા ફક્ત જમીનની ફાટમાં ઊંડા ઊતરી પાછા ઉપર નીકળી આવવાને લીધે જ બનેલા હોય છે. પરંતુ આઈસલૅંડમાંના અસંખ્ય ફૂવારા જ્વાળામુખીના કાર્યને જ આભારી છે. ન્યૂઝીલૅંડના ઉત્તરના ટાપુમાં લગભગ ૧૦૦ માઈલના વિસ્તારમાં ઠેરેઠેર ઊના પાણીના ફૂવારા આવેલા છે. એ ફૂવારાનું પાણી ઊંચે ઊડતાં અનેક જાતના આહ્લાદક દેખાવો નજરે પડે છે. કેટલાક ફૂવારાનાં પાણીના બુંદોમાં સૂર્યના પ્રકાશથી સમરંગી મેઘધનુષ્યો જોવાના મળે છે. યલોસ્ટોન પાર્કમાં "ઓલ્ડ ફેઇથફુલ" (વૃદ્ધ વફાદાર) નામે એક ફૂવારો આવેલો છે. એ દરેક ૬૩ મિનીટને અંતરે પાણીની ધારા બહાર કાઢે છે. મોટા અવાજ સાથે પાણી બહાર નીકળી ૧૦૦ ફૂટ ઊંચે જાય છે અને પાંચ કે ૭ મિનીટ સુધી એ ધારા એમ ચાલુ રહે છે. ત્યારબાદ વળી એકાદ

કલાક પછી પાછું પાણી બહાર નીકળે છે. જાણે કુદરતે એક ઘડીઆળ કેમ મૂક્યું નહીં હોય! એ સિવાય પણ કેટલાક ફુવારા છે અને તેમાંથી નીકળતા પાણીનો જથ્થો જોતાં આશ્ચર્યચકિત થવાય છે. વળી આશ્ચર્યની વસ્તુ એ છે કે આસપાસના પ્રદેશમા આવેલા દરેક ફુવારાનો માર્ગ તદ્દન સ્વતંત્ર છે અને વત્તીઓછી ઊંચી સપાટીમાંથી એ સર્વ નીકળે છે. આ ઉપરથી એમ લાગે છે કે એ પાણી ઘણી ઊંડાઇએથી નીકળતું હોવું જોઈએ.

આઇસલૅંડના ગ્રેટ ગ્યસર (મોટા ફુવારો)માંથી નીકળતા પાણીનું ઉષ્ણતામાન લગભગ ઊકળતા પાણી જેટલું હોય છે, જ્યારે એના માર્ગની અંદર સહેજ ઊંડાણે એ કંઈ નહીં તો ૪૦ (ફેરનહિટ) વધારે હોવું જોઈએ. ઉપર આવતાં એ થોડું થઈ જાય છે. આટલી ઉષ્ણતાને લીધે ઘણીવાર પાણી સાથે વરાળ પણ બહાર નીકળે છે. આવા ફુવારાદ્વારા નીચેના પડમાંથી ઘણું દ્રવ્ય દ્રાવણરૂપે બહાર આવે છે.

જ્વાળામુખીની ખરી વિનાશક શક્તિ અને ભવ્યતા જ્યારે લાવારસ બહાર પડે છે ત્યારે જ માલૂમ પડે છે. લાવારસનો પ્રવાહ જેટલા પ્રદેશમાં ફરી વળે છે તેટલો પ્રદેશ બળીને ભસ્મ થઈ જાય છે અને ઉપરની સપાટી ઉપર ફરી જતાં નવીન જમીનના પડની રચના કરે છે. ઘણીખરી વખત લાવા જ્વાળામુખીના ઉપરના શિખરમાંથી બહાર નીકળીને વહે છે, પરંતુ કેટલીક વાર આસપાસની જમીનમાં ફાટ પાડીને પણ બહાર નીકળે છે.

ઘણુંખરું લાવાના રસમાં પાણીના વરાળ પણ ગોંધાઈ રહેલી હોય છે અને એ રસ બહાર નીકળતાં પ્રચંડ દબાણ ઓછું થવાથી મોટા ધડાકાઓ સાથે વાદળરૂપે હવામાં ઝૂલી રમે છે. એ રીતે અત્યંત ઉષ્ણતા અને ભયંકર દબાણની અંદર રહેલું

પાણીનું બળ એટલું બધું હોય છે કે તેથી જ્વાળામુખીના બંધ શિખરના ટુકડે ટુકડા થઈ જાય છે અને એ ધડાકાની સાથે નાના પથ્થર અને રાખ સેંકડો માઈલ સુધી ઊડી જાય છે. લાવારસ ઘણે દૂર સુધી પ્રસરી રહે છે, પરંતુ એમાંથી ઠેકાણેઠેકાણે વરાળ તો ઘણા લાંબા વખત સુધી નીકળ્યા જ કરે છે. જો લાવાનું દબાણ ઉપરના શિખરની બરાબર શિરોલંબ નીચે હોય તો પ્રથમ ઊંચા ફુવારારૂપે એ બહાર પડે છે. રાત્રીએ એવા અગ્નિના ફુવારા જોવાનું દૃશ્ય ખરેખર અદ્ભુત છે. મોનાલોઆમાંથી સને ૧૮૫૨ માં હજાર ફૂટ પહોળો લાવારસનો ફુવારો ૭૦૦ ફૂટ ઊંચે ઊડયો હતો, અને ૧૬૬૮ માં એ જ પ્રદેશમાં એક સામટા ચાર ફુવારામાંથી એક અઠવાડીઆ સુધી લાવા ૫૦૦ થી ૧૦૦૦ ફૂટ ઊંચે ઊડયા કર્યો હતો. અત્યારના પરમાણુ બૉંબની વિનાશક શકિત આવાં કુદરતી બળો આગળ કશા યે હિસાબમાં નથી.

લાવા વત્તીઓછી ઝડપે પ્રસરે છે. સૌથી વધુમાં વધુ ઝડપી પ્રવાહ વિસુવિયસમાંથી ૧૮૦૫ ના ઑગસ્ટમાં નીકળ્યો હતો. એ પ્રવાહની ગતિ કલાકમાં ૪૫ માઈલની હતી, પરંતુ ઘણી થોડી મિનીટમાં જ એ ઓછી થઈ ગઈ હતી. પ્રવાહની ગતિ લાવા ઠંડો પડવાથી અને વિસ્તૃત થવાથી ઓછી થઈ જાય છે. વધુમાં વધુ લાવારસ નીકળેલા બનાવોમાં નીચેના મુખ્ય ધ્યાન ખેંચે છેઃ ૧૭૮૩ માં આઈસલૅંડમાંથી નીકળેલો પ્રવાહ સૌથી પ્રચંડ હતો. લગભગ ૧૨ માઈલ લાંબી ફાટમાંથી વારંવાર લાવારસ નીકળ્યા કર્યો હતો. એ પ્રવાહે ૬૦૦ ફૂટ ઊંડી અને ૨૦૦ ફૂટ પહોળી ખાઈ પૂરી નાંખી હતી અને ૧૨ થી ૧૫ માઈલના પહોળા અને ૧૦૦ ફૂટ ઊંડા પટથી આસપાસના પ્રદેશને પૂરી દીધો હતો સ્કાપ્ટાની ખીણને પૂરી દેતા બે પ્રવાહ સામસામેની દિશામાં વધ્યા હતા અને અનુક્રમે ૪૫ ને ૫૦ માઈલ સુધી વિસ્તૃત થયા હતા. એ પટની સરેરાશ જાડાઈ ૧૦૦ ફૂટની હતી. એ લાવારસનો જથ્થો મૉન્ટબ્લૅંક પર્વતના કદથી વધુ

હતો એમ મનાય છે.

લાવાના માર્ગમાં આડી નદી આવે તો આપોઆપ એ નદીનો માર્ગ બંધ કરી દે છે, એટલે નદીને એક સરોવરના રૂપમાં ફેરવી નાંખી શકે છે. આઈદાટ નામનું ઓવર્નેમાં આવેલું સુંદર સરોવર આવી રીતે ઉત્પન્ન થયેલું છે. હિંદમાં દક્ષિણમાં આવેલું ૩૦૦ ફૂટ ઊંડું લોનારસરોવર પણ જ્વાળામુખીને લીધે ઉત્પન્ન થયેલું છે. એમ મનાય છે કે એ સરોવરનો ખાડો જ્વાળામુખીના એકાએક ફાટવાથી ને શિખરનો ભાગ તૂટી જવાથી ઉત્પન્ન થયેલો છે. લાવાનો પ્રવાહ ખીણમાં આગળ વધે તો તેનું અસ્તિત્વ નાબૂદ કરી દે છે. વળી લાવા એટલો ઘન બની જાય છે કે એના ઉપર હવા અને વરસાદની અસર થતાં બહુ લાંબો કાળ લાગે છે. એટલે એ રીતે બનેલી જમીનનાં રૂપાન્તરો પણ બહુ લાંબા કાળ સુધી ટકી રહે છે. જે ખાઈને ખોદતાં હજારો વર્ષ લાગ્યાં હોય છે તે ફક્ત બે કે ત્રણ કલાકમાં પૂરાઈ જાય છે. લાવા પાણીમાં પડે છે ત્યારે અત્યંત ઉષ્ણતા અને પાણીની ઠંડક વચ્ચે તુમુલ યુદ્ધ જામે છે. એ વખતે લાવાની રાખ બની જાય છે અને પાણી વરાળ બનીને બન્ને બાજુ ઊછળે છે. વળી જેમ ગરમ લોખંડનો સળિયો પાણીમાં બોળાતાં જેવો અવાજ થાય તેવો પણ વધુ ભયંકર અવાજ એ વખતે થાય. છે. ૧૮૬૮ માં હવાઈ ટાપુના મોનાલોઆમાંથી નીકળેલો લાવારસ સમુદ્રમાં .પડ્યો હતો અને એ ટાપુના વિસ્તારને અર્ધા માઇલ જેટલો વધારી દીધો હતો. એ વખતે પાણીમાં પ્રચંડ મોજાં ઊછળે છે અને આસપાસનાં સર્વ જીવંત પ્રાણી નાશ પામે છે. સને ૧૮૪૦ માં મોનાલોઆમાંથી લાવાનો ૨ થી ૩ માઈલ પહોળો અને ૨૦૦ ફૂટ જાડો પટ નીકળ્યો હતો, જે ત્રણ દિવસમાં ત્રીસ માઇલ દૂર સમુદ્ર સુધી આગળ વધ્યો હતો. ત્યાં એ ૫૦ ફૂટની ઊંચાઇએથી સમુદ્રમાં તૂટી પડયો હતો. આ પ્રવાહ ત્રણ અઠવાડિયાં સુધી સતત ચાલુ રહ્યો. એને લીધે વીસ માઈલ સુધીના

કિનારાના પાણી ગરમ થઈ ગયા હતા અને કરોડો માછલી મરી ગઈ હતી એ લાવાનો પ્રકાશ સો માઇલ સુધી જોવામાં આવતો હતો

એટના યુરોપમા મોટામા મોટો જ્વાળામુખી છે મુખ્ય શંકુ સિવાય એના સોએક નાનાનાના મુખો આમતેમ વિખરાયલા છે સને ૧૬૬૯મા એ સૌથી ભયાનક રીતે ફાટયો હતો મુખ્ય લાવાનો પ્રવાહ ત્રણ ભાગમાં વિભકત થઈ ગયો હતો અને જેટલા ગામોમાંથી પસાર થયો હતો એટલા સર્વ ભસ્મીભૂત થયા હતા સને ૧૬૯૩ માં જ્યારે એ પાછો ફાટયો ત્યારે લગભગ હજાર જાનની નુકશાની થઈ હતી ૧૮૬૩ મા એમાથી સો દિવસ સુધી ચાલુ વરાળ નીકળ્યા કરી હતી એ સર્વ વરાળનુ પાણી બને તો ૨૧૦૦ ફૂટ પહોળુ, ૨૩ માઇલ લાંબું અને ૩૦ ફૂટ ઊંડું એક સરોવર ભરાય ૧૯૨૮ મા મો ફૂટ પહોળો લાવાનો પટ પસાર થવાથી રેલવે લાઇન બધ થઈ ગઈ હતી ૧૯૩૨મા વાયુ અને ધડાકા સાથે થોડો વખત એ જાગ્રત રહ્યો હતો

ઈ સ પૂ ૭૯મા વિસુવિયસમાથી નીકળેના નાનારસથી પોમ્પિઆઈ અને હરકયુલેનિયમ શહેરો નાશ પામ્યાં હતા સને ૧૬૩૧ મા મોટા ધરતીકંપ અને અવાજો સાથે એ ફાટયો હતો એની અંદરથી નીકળેલો લાવારસ ૧૨ થી ૧૩ જગાએ લગભગ પાચ માઈલ લાબા વિસ્તારમા સમુદ્રમા ભર્યો હતો એ વખતે ૧૮૦૦૦ માણસો મૃત્યુ પામ્યા હતા ટોરેના ગવર્નરે લોકોને કિલ્લા નજીક લાવારસ આવી પહોચ્યો ત્યા સુધી ભાગી જવાની પરવાનગી આપી નહી, લાવાએ કિલ્લો તોડી શહેરમા દાખલ થઇને લોકોને ઘરોમા અને ગલીઓમા બાળી મૂક્યા

કિલુઆના જ્વાળામુખીમાથી ૧૮૪૦મા નીકળેના લાવાના પ્રવાહે ૧૧ માઈલ સુધીના વિસ્તારનુ જગલ બાળી મૂક્યુ હતુ

અને છેવટે એ પ્રવાહ સમુદ્રમા બે ફર્લાંગ આગળ વધ્યો હતો

૧૯૩૨મા એન્ડિસમા એક ભયંકર જ્વાળામુખી ફાટી નીકળ્યો હતો. એ વખતે વાલાપરીમો અને બીજાં શહેરો આખી રાત હલમલી ઊઠયા હતા. જ્વાળામુખીના મુખમાથી જે રાખ અને પથ્થરના ગોટેગોટ બહાર ફેંકાયા હતાં તેના જથ્થાએ ગુજરાતજેવડા પ્રદેશ ઉપર રાખની પથારી કરી દીધી હતી. એમાથી નીકળતા વાયુને લીધે આસપાસનું વાતાવરણ ઝેરી બની ગયું હતું. ત્રણ દિવસ જતા લગભગ આઠ જ્વાળામુખી એક સાથે જાગ્રત થતાં રાખ અને ધૂળના વાદળથી આસપાસનો પ્રદેશ અંધકારમય બન્યો હતો બ્યુનોએર શહેર જે ૭૦૦ માઈલ દૂર હતું ત્યા ૩૦૦૦ ટન જેટલો કચરો જમા થયો હતો

૧૮૪૩ મા જાવાના ગન્તુર પર્વતમાથી ૩ કરોડ ટન રાખ બહાર નીકળી હતી. ૧૮૧૫મા ટમ્બોરો ફાટતા એના શિખરનો ત્રીજો ભાગ ઊડી ગયો હતો. ૨૧૦ માઈલના ઘેરાવામાં એમાથી નીકળેલી રાખનો ૨ ફૂટ જાડો થર બાઝયો હતો એથી મોટા જગંલો નાશ પામ્યા હતા, નહેરો પુરાઇ ગઈ હતી અને પ્રાણીઓના મોટાં ટોળા અને ઘણા મનુષ્યો પણ મરી ગયા હતા. જ્વાળામુખી ફાટતી વખતે થયેલા અવાજો લગભગ ૫૦૦ માઈલ દૂર સભળાયા હતા

૧૮૮૩મા એકાએક જાગ્રત થયેલો ક્રાકાટોઆનો જ્વાળામુખી ખાસ નોધને લાયક છે. લાગી ગાઢ નિદ્રામાં સૂતેલા એક રાક્ષસની પેઠે એ જાગ્રત થયો એની શરૂઆત ધરતીકંપના આચકાથી થઈ વારંવાર ધરતીકંપ ચાલુ રહેવા છતા કેટલાક લોકો આ ટાપુ ઉપર ઉજાણી કરવા ગયા હતા. આવી રીતે ત્રણેક માસ ચાલુ રહ્યું. ઉનાળામા એના શિખરમાથી મોટા અવાજો નીકળવા લાગ્યા અને તે શરૂઆતમાં દશ માઈલ સુધી દૂર સંભળાયા હતા. ક્રમેક્રમે એ અવાજો મોટા થઈ

૩૦૦ માઈલ દૂરદૂર પણ સંભળાવા લાગ્યા. વળી રાખ અને ધૂળના ગોટે ગોટા હવામાં નીકળવા લાગ્યા, અને અંતે એટલા જથ્થામાં એ નીકળવા લાગ્યા કે આસપાસના સો માઈલના વિસ્તારમાં સૂર્યનું તેજ બિલકુલ અદૃશ્ય થઈ ગયું. ૧૦૦ માઈલ દૂર બટેવિયામાં ધોળે દિવસે દીવા સળગાવીને જોવું પડતું. ઑગસ્ટ આવતા જ્વાળામુખીની પ્રવૃત્તિ વધુ જોરવાળી બનતી ગઈ અને સર્વને લાગ્યું કે ભયાનક પરિણામ આવવાનું જ. જ્વાળામુખીના મુખમાંથી નીકળતી રાખમાં હવે આગની ચિનગારી દેખાવા લાગી. ૨૭ મી ઑગસ્ટે એ કે ત્રણ ભયંકર ધડાકા થયા. એ ટાપુના ઉત્તર અને દક્ષિણ તરફના ભાગો એક તડાકે ઊડી ગયા, અને તૂટેલાં પથ્થર અને રાખ અતિશય ઊંચે ઊડીને પડયાં, આસપાસનો સમુદ્ર અતિતોફાની બન્યો અને એનાં મોજાં ૫૦ થી ૧૦૦ ફૂટ ઊંચે ઊછળ્યાં. એ વખતે થયેલા ધડાકાના અવાજો ૨૨૦૦ માઈલ દૂર દક્ષિણઑસ્ટ્રેલિયામાં અને ૨૦૦૦ માઈલ દૂર સિલોનમાં સંભળાયા હતા. ૩૦૦૦ માઈલ દૂર આવેલા રોડરીકસ નામના મોરિશિયસ નજીક આવેલા ટાપુ ઉપર પણ મંદ અવાજ ચાર કલાકમાં પહોંચી ગયો હતો. એ ધડાકાવખતે ઊડેલા પથ્થર ૧૭ માઈલ ઊંચે ઊડ્યા હતા અને ૨૫૦ માઈલ દૂર જઈ પડયા હતા. આ હોનારતને લીધે ૩૬૦૦૦ માણસ મરી ગયાં અને ૧૮ ચોરસ માઈલનો ટાપુ જે સરેરાશ ૯૦૦ ફૂટ ઊંચાઈનો હતો તે સમુદ્રમાં ૧૦૦૦ ફૂટ ઊંડો ડૂબી ગયો. આસપાસના ટાપુનાં જંગલ નાશ પામ્યાં અને હવામાનમાં પણ ભયંકર તોફાન ઉત્પન્ન થયું હતું. એ વખતે સમુદ્રમાં ઉદ્ભવેલા મોજાં ૭૦૦૦ માઈલ દૂર ગયાં હતાં. આગળ જણાવ્યું તેમ એમાથી ઊડેલી સૂક્ષ્મ રાખ ૨૦ માઈલથી વધુ ઊંચાઈએ ઊડી ગઈ હતી અને ઉપરના હવામાનદ્વારા આખી પૃથ્વીના પટ ઉપર ફેલાઈ ગઈ હતી. ધૂળથી થતા પ્રકાશનાં વિકીરણને લીધે એ બનાવ પછી દરેક દેશમાં ભવ્ય અને મનોહર

સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત જોવાના મળ્યા હતા. આ પછી એ જ્વાળામુખ ૧૯૨૮ માં થોડો જાગ્રત થયો હતો.

કેટલાક શાન્ત થવાની અણી પર આવેલા જ્વાળામુખીન મુખમાં હજી પણ ઊકળતો લાવા નજરે પડે છે. કીલુઆ નામ જ્વાળામુખીના મુખમાં રહેલો લાવા ભય વિના જોઈ શકાય છે એ લાવા ઠંડો પડતો નથી અને હમેશાં ઊકળ્યા કરે છે. ૧૯૩૧ મ એ સહેજ ઉત્તેજિત થયો હતો. એ વખતે એમાંથી લાવારસન ફુવારા ઊડતા હતા અને ૩૦૦ થી ૪૦૦ ફૂટ ઊંચે જઇને પાછ મુખમાં સમાઈ જતા હતા. ગોળની કઢા જેમ ઊકળતી હોય તેમ ઉપરના શિખરથી હજાર ફૂટ નીચે એ લાવારસ ઊકળ્ય કરે છે. કેટલાક જ્વાળામુખીના મુખમાં પાણી ભરાઈ રહે છે અને એ શાન્ત પડેલા હોવાથી મોટાં સરોવર ઉત્પન્ન થયાં છે યુનાઈટેડ સ્ટેટ્સની દક્ષિણમાં પાણીનો એક મૃત જ્વાળામુખી છે એ ૭ માઈલ લાંબો અને પાંચ માઈલ પહોળો છે. એમાં ૧૫૦૦ ફૂટ ઊંડું પાણી છે અને ચારે બાજુ ૧૦૦૦ ફૂટ ઊંચા ખડકથ ઘેરાયેલું છે. મધ્યઅમેરિકાના એક જ્વાળામુખીમાં એક ગરમ પાણીનું સરોવર છે.

જ્વાળામુખી ફાટવાનું મુખ્ય કારણ પાણી જ છે. જમીનન અંદરનાં નાનાં છિદ્રો અને ફાટોદ્વારા પાણી ભીતરમાં ઊતર્યા કરે છે એ પાણી ઉષ્ણ થઈ વરાળરૂપે ભીષણ બળ ઉત્પન્ન કરે છે જ્વાળામુખીના પ્રદેશમાંથી નીકળતા ઉષ્ણ પાણીના ફુવારા એ સિદ્ધાન્તને ટેકો આપે છે. પાણીની વરાળ બનાવીએ તો એનુ કદ ૧૭૦૦ ગણું વધી જાય છે, એટલે જો એને બંધ વાસણમાં પૂરીએ તો તેનું દબાણ ૧૦૦૦ ગણું વધી જાય. ધે. એ. આ કારણને લીધે જમીનની ફાટોમાં ઊતરતુ પાણી અંદરના ઉષ્ણ ભાગમાં ચાલ્યું જાય છે અને ત્યાં ગોંધાઈ જતાં એવી વરા



ાલામુખીના લાવા વડે ઉદ્દભવેલો ટ્રૅપ 'જાયંટ્સ કૉઝવે' (આયર્લૅંડ)
આકૃતિ ૮ ૫ ૬૯

પ્રચંડ બળથી ઉપલા ભાગ ઉપર દબાણ કરે છે. એ બળ ઉપરના પડના દબાણથી પણ વધી જાય ત્યારે નજીકના જ્વાળામુખીદ્વારા એ ઉપરના જમીનના ખડકોને અને લાવાને બહાર ધકેલી દે છે. આ વરાળ જ્યારે બહાર પડે છે ત્યારે એકાએક ઓછું દબાણ થવાથી મોટા કડાકા સાથે એ ઊંચે ઊડે છે અને સાથે પથ્થર, રાખ વગેરેને ઘણે ઊંચે ઉડાડી મૂકે છે. આંતર ઉષ્ણતાને લીધે અંદરનું દ્રવ્ય સાધારણ નરમ હોય છે; એટલે તેમાં પાણીનું દબાણ થવાથી એ ખાસ કરીને ઉપર ફેંકાઈ જાય છે. વળી એ દ્રવ્યમાં પાણીની સાથે રાસાયણિક ક્રિયા થાય તો ભયંકર ઉષ્ણતા ઉત્પન્ન થવાથી નરમ દ્રવ્ય પ્રવાહી બની જાય છે. આ રીતે જોતાં લાવારસ બહુ ઊંડાણથી નહિ આવતાં સાધારણ ઊંડાઈએથી નીકળતો હોય એ બનવાજોગ છે. ઘણાખરા જ્વાળામુખી ફાટે ત્યારે પાણીની વરાળ અને ઉષ્ણ પાણી નીકળતું જ હોય છે. એટલે આ માન્યતા ઘણી આધારભૂત લાગે છે. સમુદ્રના વિશાળ તળમાંથી અનેક ફાટદ્વારા અને જમીનના પટ ઉપરથી પણ વરસાદનું પાણી ભૂમિમાં ઊંડે માર્ગ કર્યા કરે છે અને એ ઉષ્ણ થઈને જે બળ ઉત્પન્ન કરે છે એને જ્વાળામુખીનાં મુખ માર્ગ આપે છે.

પ્રાચીન કાળમાં અત્યારના જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતા લાવારસે પૃથ્વીના કેટલાક પ્રદેશોના બહોળા વિસ્તારના પ્રદેશને ઢાંકી દીધો હતો અને વારાફરતી થયેલા એવા જ ઉત્પાતને લીધે ભૂમિ ઉપર એક પછી એક એમ અનેક લાવારસના એજલ્ટના સ્તરો ઉત્પન્ન થયેલાં છે. દક્ષિણ હિન્દનો "ડક્કન ટ્રેપ" નામે ઓળખાતો ૨૦૦૦૦૦ ચો. માઇલ વિસ્તારનો પ્રદેશ, અમેરિકાનો ઘડાહોનો ઉચ્ચપ્રદેશ, એબિસિનિયાનો ઉચ્ચપ્રદેશ અને યૂરોપના કેટલાક પ્રદેશો વિશાળ પાયા ઉપર ભૂમિ ચીરીને નીકળેલા લાવારસના પટથી પથરાયેલા છે.

ક્રિટેશિયસ એટલે ચોકનાં પડો તૈયાર થતાં એ સમય વીત્યા

બાદ હિન્દના દક્ષિણના પ્રદેશમાં આગ્નેય ઉપાધિનો ભયંકર ક્ષોભ થયો હતો. એને પરિણામે જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતા પદાર્થોથી મિશ્રિત લાવાનાં ઘણી જ જાડાઈના પડો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં. સામાન્ય રીતે જ્વાળામુખીના શંકુમાંથી બહાર પડતા લાવાની પેઠે આ લાવા નીકળ્યો નહોતો, પરંતુ ભૂકવચ તોડીને મોટી ફાટોદ્વારા બહાર પડયો હતો. આ કાળે જે લાવા નીકળ્યો તે વધુ ઉષ્ણતાવાળો હોવાથી વધુ પ્રવાહી હતો, આથી બહાર નીકળી મોટા વિસ્તારના પટ ઉપર તે પથરાયો હતો અને હજારેક ફૂટ જાડાં પડ તૈયાર થયાં હતાં. આને પરિણામે એ કાળના ભૂમિના પૃષ્ઠની અસમાનતા નષ્ટ થઈ. એ લાવા સમતલથી પથરાયો અને જમીનને સમતલ ઉચ્ચ ભૂમિ બનાવી દીધી. કોઈ અમુક સ્થળે જ જ્વાળામુખી ફાટયો હશે એવાં ચિહ્નો મળી આવતા નથી એટલે એમ ધારવામાં આવે છે કે ટ્રેપના પ્રદેશમાં ઠેરઠેર ચીરા અને ફાટો પડયાં હતાં અને તેમાંથી જ એ રસ એક સામટો આવ્યો હતો.

યૂરોપના સ્વિડનમાં આ જાતનો પાષાણ પથરાયેલો છે. અને એનો દેખાવ પગથીઆ જેવો હોવાથી એવી રીતે લાવારસથી ઉત્પન્ન થયેલી ચડતીઉતરતી ભૂમિને ટ્રેપ નામે ઓળખવામાં આવે છે. દક્ષિણના ઘાટો આ જાતના પડના બનેલા છે અને એક કાળે એ સમતલ હતા, પરંતુ વરસાદ, હવામાન અને ઉષ્ણતાની અસરથી ઠેકઠેકાણે પોચી ભૂમિ ધોવાઇ જતા એમાં ખાડાટેકરા પડીને સહ્યાદ્રિઘાટ તૈયાર થયા છે. અત્યારે એ ટ્રેપનો વિસ્તાર ૨૦૦૦૦૦ ચોરસ માઇલનો છે. કચ્છ, કાઠિયાવાડ, ગુજરાત, દખ્ખણ, મધ્ય-હિન્દુસ્તાન અને મધ્યપ્રાન્તોમાં એ ટ્રેપનાં પડો છે. એમ છતાં એમ માનવામાં આવે કે ભૂતકાળમાં એ ટ્રેપનો વિસ્તાર પાચ લાખ ચોરસ માઇલનો હશે, જેમાંનો પશ્ચિમ કિનારાનો આફ્રિકાને સાંધતો પ્રદેશ હાલમાં સમુદ્ર નીચે ડુબેલો છે.

મુંબઇ પાસેના કિનારા ઉપર આ ટ્રેપની જાડાઈ ૧

ફૂટની છે. દક્ષિણ તરફને છેડે ૨૦૦૦ થી ૨૫૦૦ ફૂટ અને પૂર્વે અમરકંટક આગળ ૫૦૦ ફૂટ જાડાઇના પડો છે. ઉત્તરમા સિંધ નજીક એ માત્ર ૧૯૦ કે ૨૦૦ ફૂટ જાડાઇના છે. કચ્છમા એની જાડાઈ ૨૫૦૦ ફૂટ છે. ટ્રેપના એક સ્તરની જાડાઈ ૧૫ થી ૫૦ ફૂટ સુધી હોય છે અને બે પડ વચ્ચે રાખ, ધૂળ કે માટીનાં પડો પણ બંધાયેલા માલૂમ પડે છે જે જગાએ રાખના પડો માલૂમ પડે છે તે જગામા જ્વાળામુખી બહુ જોરથી ફાટયો હશે એમ ધારવામા આવે છે. આ ટ્રેપના પડો હજી પણ લગભગ ક્ષિતિજ સમસુત્ર (સમતળ) છે. ફક્ત મુંબઈના કિનારા નજીક અને ગજ પીપળામા આ પડ સહેજ ઢોળાવ લે છે. આ ટ્રેપના પાષાણમાથી બાંધકામમા વપરાતા પથ્થરો તૈયાર કરવામા આવે છે, પરંતુ એનો કાળાશ પડતો રંગ હોવાથી એમનો જોઇએ તેટલો ઉપયોગ થતો નથી ખાસ કરીને રસ્તા બનાવવામા એના પથ્થરોનો ઉપયોગ બહુ બહોળા પ્રમાણમા થાય છે.

ધરતીકંપ

જ્વાળામુખીની પેઠે ધરતીકંપ પણ પૃથ્વીના પડમા મહાન ફેરફાર કરે છે. ધરતીકંપ થાય એ જગાએ જમીનની ઉથલ પાથલ થાય એ ઉપરાત એની ધ્રુજારી હજારો માઇલ સુધી પહોંચે છે અને એને લીધે જમીનના પડમા મોટી તડો કે ફાટો પડી જાય છે અથવા તો નબળા ભાગોના સ્તર છૂટા પડી જાય છે ધરતીકંપની ધ્રુજારી ઉપરની સપાટીદ્વારા અને ભીતરમાથી વિસ્તાર પામે છે, એટલે માત્ર ઉપરની સપાટીને જ અસર ન કરતા ભીતરમાં પણ અનેક જાતનું સ્થિતિપરિવર્તન કરતી હોવી જોઇએ.

સૂર્યમાંથી છૂટી પડેલી પૃથ્વી જ્યારે ઠંડી પડી ઘન થવા લાગી ત્યારે એના ઉપરના પડમાં કેટલીક જગાએ નબળાઇ રહી ગઈ. પૃથ્વીના પડમા નબળાઇના એવા બે મુખ્ય પટા છે એને અંગ્રેજીમા

"સિસ્મિક બેલ્ટ" (ભૂકંપપટા) કહેવામાં આવે છે. એક પટો દક્ષિણઅમેરિકાના છેડાથી નીકળી પશ્ચિમના કિનારેકિનારે આગળ વધે છે અને ઠેઠ ઉત્તરઅમેરિકાના વાયવ્ય ખૂણા સુધી વિસ્તરે છે. બીજો પટો જિબ્રાલ્ટરની સામુદ્રધુનીની આસપાસના પ્રદેશથી શરૂ થઈ ભૂમધ્ય સમુદ્રની આસપાસના સર્વ પ્રદેશને સમેટતો આગળ વધે છે. ઇરાન, અફઘાનિસ્તાન, સિંધ, કચ્છ, પંજાબ, કાશ્મિર, આસામ, વગેરે સર્વ પ્રદેશ એ પટાના વિસ્તારમાં આવે છે. એ પટો આસામથી સીધો આગળ વધવાને બદલે એકદમ બ્રહ્મદેશના પ્રદેશમાં વળાંક લઈને સિયામ અને સિંગાપુર સુધી પહોંચે છે. અહીંથી સમુદ્રમાં આગળ વધી, ઑસ્ટ્રેલિયાના પૂર્વ કિનારાને ફરી વળે છે. આ જગાએથી બીજો પટો ઉત્તર તરફ સમુદ્રવાટે જાપાન સુધી પહોંચે છે અને ત્યાંથી એશિયાના પૂર્વ કિનારે વિસ્તાર પામી છેવટે અમેરિકાના વાયવ્ય ખૂણાના પટા સાથે મળી જાય છે.

ધરતીકંપની મોટી હોનારતો ખાસ કરીને આ પટો પસાર થાય એ પ્રદેશમાં જ થાય છે એમ અનેક સૈકાના અવલોકન ઉપરથી માલૂમ પડે છે આ ઉપરથી એટલું તો ચોક્કસ છે કે કાં તો પૃથ્વીના પડ ઉપર ધરતીકંપના પડોવાળી જગાએ નબળાઈ રહી ગઈ છે, અથવા તો ભીતરમાં એ જગાએ બીજાં કોઈ અજ્ઞાત બળો પ્રવર્તી રહ્યાં છે. ધરતીકંપના કારણ માટે નીચેના સિદ્ધાન્તો વજૂદવાળા લેખી શકાય

પૃથ્વીનું બહારનું પડ પ્રમાણમાં ઘણું ઠંડું અને ઘન થઈ ગયું છે. અંદરનો પ્રવાહી ભાગ હજી ઠંડો પડતો જાય છે, અને એથી સંકોચાતો જાય છે. આમ થવાથી ઉપરનું પડ અને અંદરના પ્રવાહી ભાગ વચ્ચે ઠેકઠેકાણે પોલાણ પડી જાય છે, અને એથી ઉપરના ઘન પડમાં તડ પડી જાય છે. આવી તડ કે ફાટ પડે ત્યારે ધરતીકંપ થાય છે.

પૃથ્વીનું ઉપરનું પડ એથી યે વધુ ઠંડું પડતું જાય છે અને

સંકોચાયા કરે છે. આથી કરીને અંદરના પ્રવાહી ઉપર ખૂબ દબાણ આવે છે. આ દબાણ ક્રમશઃ એટલું તો વધી જાય છે કે છેવટે ઉપરનું પડ નબળા ભાગમાંથી ફાટી જાય છે.

આ ઉપરાંત બીજા અનેક સિદ્ધાન્તોનું પ્રતિપાદન કરવામાં આવ્યું છે, પરંતુ એને માટે બહુ સબળ પુરાવા મળી આવતા નથી.

કદાચ જ્વાળામુખી અગર નવા ઉદ્દભવતા જ્વાળામુખી ધરતીકંપને માટે જવાબદાર હોઇ શકે. લાંબા અવલોકન પછી માલૂમ પડયું છે કે જ્વાળામુખીને લીધે નાનાનાના આંચકા લાગે છે, પરન્તુ એ બહુ દૂર વિસ્તાર પામી શકતા નથી અને ઘણુંખરું સ્થાનિક સ્વરૂપ જ પકડે છે. વળી ઘણા મોટા ધરતીકંપ એવી જગાએ થાય કે જ્યાં જ્વાળામુખીનું અસ્તિત્વ હોય જ નહીં. આ ઉપરથી એમ માનવાને ચોક્કસ કારણ મળે છે કે જ્વાળામુખી ધરતીકંપમાં કારણભૂત નથી જ.

બીજા એક સિદ્ધાન્ત પ્રમાણે એમ માનવામાં આવે છે કે જેવી રીતે સમુદ્રમાં ચંદ્ર અને સૂર્યના આકર્ષણને લઈને ભરતીઓટ થાય છે તેવી જ રીતે પૃથ્વીના ગર્ભમાં રહેલા પ્રવાહીમાં પણ ભરતી-ઓટ થતી હોય અને કોઈક વાર એ આકર્ષણ ઘણું પ્રબળ બની જતાં નીચેના પ્રવાહીના ઉપસવાથી ઉપરનું પડ ફાટી જાય છે અને તેથી ધરતીકંપ થાય છે. આ ઉપરથી એવું અનુમાન કરી શકાય કે જેમ સમુદ્રની ભરતી અમાસના આસપાસના દિવસોમાં ઘણી મોટી હોય છે તેમ ભીતરના પ્રવાહીની ભરતીને લીધે થતા ધરતીકંપ મુખ્યત્વે અમાસ અને શુકલપક્ષની શરૂઆતમાં થવા જોઇએ. આમ છતાં એક લાખ જેટલા ધરતીકંપના સમયની સરેરાશ કાઢતાં માલૂમ પડયું છે કે અમાસની આસપાસના દિવસોમાં થતા ધરતી-કંપનું પ્રમાણ બીજા સમયે થતા ધરતીકંપથી કોઈ પણ રીતે વધારે નથી. આમ સૂર્યચંદ્રના આકર્ષણની સાથે ધરતીકંપનો સંબંધ નથી

એમ સ્પષ્ટ થાય છે.

આ સિવાય બીજા એક સિદ્ધાન્તનું હાલમાં પ્રતિપાદન કરવામાં આવ્યું છે. તેણે ઘણાનું ધ્યાન ખેંચ્યું છે. એ મત પ્રમાણે એવું માનવામાં આવે છે કે પૃથ્વીનું પડ અંદરના પ્રવાહી દ્રવ્ય કરતાં પ્રમાણમાં વધારે હળવું છે એટલે ઉપરની જમીન અને ખાસ કરીને પર્વતો નીચેના પ્રવાહી ઉપર તરતા રહે છે. કાળક્રમે અંદરનો પ્રવાહી રસ ઠંડો પડે છે ત્યારે પર્વતની નીચેના ભાગમાં પોલાણ પડી જાય છે અને એ જગા પૂરવા આસપાસની જમીન એકાએક ધસવાને લીધે ધરતીકંપ થાય છે. આ સિદ્ધાન્ત ઉપર દર્શાવેલા પહેલા સિદ્ધાન્તને લગભગ મળતો જ છે. હમેશાં પર્વતોની હારમાળા નજીકમાં અથવા સમુદ્રમાંથી એકદમ ઊંચા આવેલા ટાપુ નજીક ઉદ્ભવતા ધરતીકંપનું કારણ આ સિદ્ધાન્તને આધારે ચોક્કસ સમજી શકાય છે. એવું જણાય છે કે ધરતીકંપનો પટો મોટા પર્વતની હારમાળાની નજીક અથવા એકદમ ઊંડા સમુદ્ર પાસે આવેલા ટાપુ નજીક થઈને પસાર થાય છે.

નાના પ્રકારના ધરતીકંપ ઘણે ભાગે પૃથ્વીના ઘન પડના કંઈક ફેરફારોને લીધે જ થાય છે એમ માનવામાં આવે છે એવું કેન્દ્ર ઘણુંખરું સપાટીથી સાઠેક માઈલ ઊંડું હોય છે. મોટા ધરતીકંપ પૃથ્વીની સપાટીથી ઘણા ઊંડાણમાં ઉદ્ભવે છે અને એનું કેન્દ્ર ૨૦૦ થી ૩૦૦ માઈલ નીચે હોય છે. આ ઉપરાંત વધુ ઊંડાણમાં પણ ધરતીકંપ ઉદ્ભવે છે, પરંતુ ૮૦૦ માઈલથી વધુ ઊંડાઈના કેન્દ્રના આંચકા સપાટીને અસર કરી શકતા નથી, પરંતુ એની સૂક્ષ્મ ધ્રુજારી સિસ્મોગ્રાફયંત્રથી નોંધી શકાય છે.

ઘણાખરા મોટા ધરતીકંપ એટલા તો બળવાન હોય છે કે સમસ્ત પૃથ્વીને ધ્રુજાવી મૂકે છે. ધરતીકંપની ધ્રુજારી કેટલીક વાર પૃથ્વીની ઉપર એકથી વધારે વાર પ્રદક્ષિણા કરે છે. બીજી વાર પ્રદક્ષિણા કરતાં ધ્રુજારી સહેલાઈથી સિસ્મોગ્રાફમાં નોંધી શકાય છે.

ઘણાખરા ધરતીકંપના કેન્દ્ર થોડેથોડે વર્ષે આમથી તેમ સ્થાનાન્તર કર્યા કરે છે આ ઉપરથી એવુ અનુમાન કરવામા આવે છે કે જમીનના પડનો ઘસારો પ્રથમ એક બાજૂના પોલાણમા થાય છે અને ત્યાર પછી કેટલાક વર્ષે એ પુરાયેલો પોલાણનો ભાગ ઊનટી દિશામા ઘસી જાય છ ખાસ કરીને જાપાનના ધરતીકંપના કેન્દ્ર એ સ્થગે બદલાયા કરે છે. ભીતરમા એક જગાએ પૂરાણ થાય ત્યારે બીજી જગાએ પોલાણ થાય અને એ જ પોલાણ પાછુ વર્ષે વર્ષે પુરાઈ જઈને અસનને સ્થગે પોલાણ ઉત્પન્ન કરે છે કચ્છનો ૧૯૧૯નો ધરતીકંપ આ અનુમાનની પૂર્તિરૂપ છે એ ધરતીકંપ વખતે કચ્છની એક બાજૂની સપાટી ઘણી નીચે ઊતરી ગઈ હતી જ્યારે બીજી બાજૂની સપાટી ઊચે આવી હતી ૨૦૦૦ ચો માઈલ પ્રદેશ ૧૨ થી ૧૫ ફૂટ નીચે ઊતરી ગયો જેસી દરીના જે ભૂ'નામા અનેક નોધવા લાયક લડાઈઓ થઈ હતી તે પણ સમુદ્રમા સમાઈ ગયો હતો બીજી બાજ અલ્લાના બધને નામે ઓળખાતો ૬૦૦ ચો માઈલ પ્રદેશ ઊચો આવ્યો હતો. હિમાનયના પ્રદેશમા થયેના થોડા ધરતીકંપનુ સરેરાશ લેતા પણ આ વસ્તુ ધ્યાનમા આવે એમ છે એ ધરતીકંપનુ કેન્દ્ર નીચે પ્રમાણે બદલાતુ રહ્યુ છે

કાસ્મીર	પંજાબ	નેપાન	આસામ	નેપાન
૧૮૨૮	૧૮૩૨	૧૮૩૩	૧૮૬૯	૧૮૬૯
પંજાબ	કાસ્મિર	આસામ	પંજાબ	નેપાન (બિહાર)
૧૮૭૫	૧૮૮૫	૧૮૯૭	૧૯૦૫	૧૯૩૪

ઉપરની હકીકત ઉપરથી સહજે માનુમ પડે છે કે ધરતીકંપનું કેન્દ્ર પ્રથમ કાસ્મિરથી આસામ અનુક્રમે પહોચ્યુ અને ઊનટા અનુક્રમે કાસ્મીર પાછુ વળ્યુ. ૧૮૯૫ પછી કેન્દ્ર એકદમ આસામ પહોચ્યુ અને ત્યાથી પાછુ એકાએક પંજાબ આવી ગયુ પંજાબથી અત્યારે બિહારમાં આવ્યુ છે કાસ્મિર, પંજાબ, નેપાન અને આસામ-

ને અનુક્રમે का, पं, ने, आ લેખીએ તો કેન્દ્રનો ફેરફાર સમજવાનું સહેલું થઈ પડે :

का → पं → ने → आ	૧૮૨૮—૧૮૬૯
का → पं → ने → आ	૧૮૬૯—૧૮૮૫
का ——————→ आ	૧૮૮૫—૧૮૯૭
पं ← ← आ	૧૮૯૭—૧૯૦૫
पं ← ने	૧૯૦૫—૧૯૩૪
← ने	

ઉપરના કોઠાથી ચોખ્ખું દેખાઈ આવે છે કે का થી आ અને आ થી का સુધી કેન્દ્રનું ક્રમવાર સ્થલાન્તર થયું. છે. ૧૯૦૫ પછી आ થી का સુધી જવાને બદલે पं થી જ કેન્દ્ર પાછું ने ઉપર આવ્યું. જાપાનના એક પ્રોફેસરના મત પ્રમાણે લાંબા કાળ પછી એ ધરતીકંપના કેન્દ્રના સ્થલાન્તરો નાની કક્ષામાં પરિમિત થતાં જાય છે અને છેવટે એકાદ ભયંકર ધરતીકંપ થયા બાદ સદાને માટે શમી જાય છે. આ સિદ્ધાન્તને ધ્યાનમા લેતાં એમ માની શકાય છે કે હવે પછી ધરતીકંપનું કેન્દ્ર ने થી પાછું વળે અને पं આગળ થાય અથવા पं અને ने ની વચ્ચે આવે; એટલે બીજો ધરતીકંપ કદાચ પંજાબ અને નેપાલની વચ્ચે થવાનો ઘણો ભય રહેલો છે.

કેટલીક વાર ધરતીકંપ પ્રચંડ અવાજો સાથે ફાટી નીકળે છે. એ અવાજો ૧૫૦ થી ૨૦૦ માઈલ સુધી સંભળાય છે. ન્યૂઝીલૅંડના ૧૯૨૯ ના ધરતીકંપવખતે એવા પ્રચંડ અવાજો સંભળાયા હતા, અને એથી લોકોમાં ભયંકર ત્રાસ વર્તી ગયો હતો.

મોટા ધરતીકંપવખતે જમીનમાં મોટીમોટી ફાટો પડી જાય છે અને એ માઈલો ને માઈલો સુધી તૂટકતૂટક વિસ્તાર પામે છે. ઘણીવાર એવી ફાટોમાં ઘરો અને રસ્તાઓ સમાઈ જાય છે. બિહારના ૧૯૩૪ ના ધરતીકંપમાં એવી અનેક ફાટો જમીનમાં પડી ગઇ હતી. કેટલેક ઠેકાણે તો એ ફાટમાં મનુષ્યો પણ ગરક થઈ ગયાં હતાં.

ધરતીકંપને લીધે દર વર્ષે જગતમા જાનમાલની ભયંકર ખુઆરી થતી રહે છે. ઇટલીદેશમા દરેક મેાટા ધરતીકંપવખતે સરાસરી ૪૨૨૨ માણસેાનાં મૃત્યુ થાય છે અને નાના ધરતીકંપવખતે ૯૦ માણસના મૃત્યુ થાય છે જાપાનમાં પણ દરેક મેાટા ધરતીકંપવખતે ૩૯૦૦ માણસેાના જાન જાય છે, જ્યારે નાના આચકાવખતે ૧૭૦૦

માણસેા મરણ પામે છે. આ પ્રમાણે આખી દુનિયામા દર વર્ષે લગભગ ૧૪ થી ૧૫ હજાર માણસેા ધરતીકંપના ભેાગ થઈ પડે છે. બીજા અકસ્માતના પ્રમાણમા આ સખ્યા નજીવી જ ગણી શકાય, કારણ કે એકલા અમેરિકામા યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સમા માત્ર મેાટરના અકસ્માતથી જ એથી ધારે મૃત્યુ દર વર્ષે નેાંધાય છે. આ ઉપરાંત ધરતીકંપથી ખેતીવાડી અને મિલકતને પણ પારાવાર નુકસાન થાય છે હજારેા કુટુંબેા ઘરબાર અને માલમિલ્કત વિનાના થઈ જાય છે કેટલાં યે મનુષ્યેા મૃત્યુના મુખમાથી બચ્યા છતાં અપંગ અને નિરાધાર બની જાય છે. બિહાર કે જાપાનના ધરતીકંપેા એની સાક્ષી પૂરે છે.

૧૯૦૬ ના જાન્યુઆરીની ૩૧ મી તારીખે અમેરિકાના પશ્ચિમ કિનારે કેાલંબિયાપ્રદેશમા એક ભયંકર ધરતીકંપ થયેા હતેા એને લીધે કેટલાયે શહેરેા અને ગામડા નાશ પામ્યા હતાં અને ખાસ ધ્યાન ખેંચે એવી વસ્તુ તેા એ બની કે એક એક ટાપુ તદ્દન અદૃશ્ય થઈ થઈ ગયેા હતેા એ ટાપુ સમુદ્રમા ધીમેધીમે સમાઈ ગયેા હતેા, એટલે ઘણાખરા મનુષ્ય હેાડીમા બેસીને બચી ગયા હતા આ ધરતીકંપનુ કેન્દ્ર સમુદ્રમા હેાવાથી દરિયાનુ તેાફાન પણ ફાટી નીકળ્યુ હતુ એ વખતના ધરતીકંપનેા આચકેા એટલેા બધેા તેા સખ્ત હતેા કે પૃથ્વીની સમગ્ર સપાટી ધ્રૂજી ઊઠી હતી. એ જ વર્ષમા એપ્રિલની ૩૧ મી તારીખે ફરીથી એક ભયંકર ધરતીકંપ થયેા અને એને લઈને પણ હજારેા માણસેા મુઆ અને ઇમારતેા નાશ પામી. જમીનમા ઠેરઠેર ચીરા પડી ગયા હતા અને કેટલેક ઠેકાણે પાછા સધાઈ

પણ ગયા હતા ખાસ કરીને સાન ફ્રાન્સિસ્કોશહેરમા ખૂબ નુકશાન થયું હતું.

ધરતીકંપથી ખાસ કરીને જાપાનને ખૂબ સહન કરવું પડે છે. ૩૦ થી ૪૦ વર્ષને અંતરે ત્યા અત્યત ભયાનક ધરતીકંપ થયા કરે છે. ૧૯૯૧ ના ઑક્ટોબરની ૨૮ મી તારીખે એક એવો ભયાનક ધરતીકપ થયો હતો. એ વખતે ૮૦૦૦ માણુસો મરી ગયા, લગભગ ૧૦૦૦૦ ઘાયલ થયા, ૪૦ થી ૬૦૦૦૦ ઘરો નાશ પામ્યા અને ૧૨૦૦૦ ઘરો બિસ્માર થઈ ગયા ધરતીકપનો પહેલો આંચકો લાગ્યા પછી કેટલે યે દિવસો સુધી નાનાનાના આચકા ચાલુ રહ્યા અને એ દરેક આચકા પહેલા તોપોના જેવા ભયાનક અવાજો થતા રહ્યા હતા ધરતીકંપથી થયેલા પારાવાર નુકસાનમા વાવાઝોડા અને વરસાદે ઉમેરો કર્યો કહેવાય છે કે એ વખતે લોકો લગભગ ગાડા જેવા થઈ ગયા હતા મહોલ્લામા પડેલા મુડદા અહીંતહી સડી રહ્યાં હતા અને ખરાબ બદબો પસરી રહી હતી ધરતીકંપના અવાજ સાભળતાં લોકો હસતાહસતા મહોં નામા નીકળી પડયા અને ધરતીકંપના આચકાની રાહ જોતા ઊભા હતા

૧૯૨૩ના સપ્ટેમ્બરની પહેલી તારીખે થયેલા ધરતીકંપે તો ૧૮૯૧ ના ધરતીકંપથી પણ વધારે ભયાનક રૂપ પકડયું હતું. એ ધરતીકપથી ટોકિયોનું આખું યે શહેર નાશ પામ્યું હતું અને ઊભાં રહેલાં ઘરો ત્યારપછી ફાટી નીકળેલી આગમા ભસ્મીભૂત થઇ ગયાં હતા યોકોહામાશહેરમા તો એક પણ ઘર ઊભું રહેવા પામ્યું નહોતું. મૃત્યુનો આકડો આશરે નીચે મુજબ લેખવામા આવે છે:

ટોકિયો	૧૧૦૦૦૦	માણુસો
યોકોહામા	૩૦૦૦૦	,,
કામાકુરા	૧૦૦૦૦	,,
મીયુરા	૧૦૦૦૦	,,

ટોકિયોમાં ૯૩ ટકા જેટલાં ઘર નાશ પામ્યા અને ગેકોહામાનાં ૭૧૦૦૦ ઘરો સામટા ભેગભેગા થયાં હતાં એ સ્થળની આસપાસ ગામડાંમાં પણ પુષ્કળ નુકસાન થયું હતું. રેલવે લાઈન, ટેલિગ્રાફના તારો, પાણીના નળો, વગેરેવગેરે, સર્વને ઘણું નુકસાન પહોંચ્યું હતું. જાપાનને આ ધરતીકંપથી થયેલું જાનમાલનું નુકસાન તેની કોઇ પણ થયેલી લડાઈમાં થયેલા નુકસાનથી વધુ હતું આમ છતા એ ઉદ્યોગી અને ખંતીલી પ્રજાએ થોડા જ વખતમા એ શહેરોની પુનર્ઘટના કરી દીધી અને એકએ વર્ષમા પાછા ઊભાં કરી દીધા.

હિન્દુસ્તાનમા ગયા થોડા વર્ષોમાં ખાસ નોંધવા લાયક ચાર ધરતીકંપ થયા છે. એક ૧૮૯૭ના જૂનની ૧૨ મી તારીખે થયો હતો, બીજો ૧૯૦૫ના એપ્રિલની ચોથી તારીખે થયો હતો, ત્રીજો ૧૯૩૪ના જાન્યુઆરીમા થયેલો બિહારનો ધરતીકંપ અને છેલ્લો ૧૯૩૫મા થયેલો કવેટાનો ધરતીકંપ

૧૮૯૭નો ધરતીકંપ લગભગ બપોરે ૧૧ વાગ્યા પછી થયો હતો એટલે માણસોની મરણસંખ્યા બહુ વધી ગઈ નહીં, પરન્તુ ખેતીવાડી અને માલમિલ્કતને બહુ જ નુકસાન પહોંચ્યું એનું કેન્દ્ર આસામમા હતું અને ખાસ કરીને શીલોંગ, ગૌહતી અને ચેરાપુંજી શહેરોમા વધુ અસર થઈ હતી ગોલપારાશહેરમા બ્રહ્મપુત્રાનદીનાં પાણી ફરી વળ્યાં હતા ગૌહતી અને શીલોંગમાં ઘણાખરા ઘરો જમીનદોસ્ત થઈ ગયા અને આસપાસના પ્રદેશના રસ્તામા ફાટ પડી અંદર પાણી અને કાદવ પ્રસરી રહ્યા. આશરે ચારથી ૭ હજાર માણસો મરણ પામ્યા હતા.

૧૯૦૫નો ધરતીકંપ એથી યે ભયંકર હતો અને તે સવારે છ વાગે થવાથી બધા માણસો ઘરમાથી બહાર જવા પામ્યા ન હતા આશરે વીસ હજાર માણસો એ ધરતીકંપવખતે મૃત્યુ પામ્યા હશે એમ જાનવામાં આવે છે. વળી આ ધરતીકંપના વિસ્તારમા ઘણા શહેરો

આવેલાં હોવાથી અત્યંત નુકસાન થયું હતું. કાંગરા, ધર્મશાલા, વગેરે તો તદ્દન નાશ પામ્યાં હતાં, અને આસપાસનાં ગામડાંમાં પણ ૨૦ થી ૩૦ ટકા વસતિ ઘર નીચે દટાઈ જઈને મૃત્યુ પામી હતી.

બિહારનો ૧૯૩૪નો ધરતીકંપ કેટલાક વૈજ્ઞાનિકોના મત પ્રમાણે ઈતિહાસના મોટામાં મોટા ધરતીકંપોમાંનો એક ગણી શકાય છે. એ વખતે ઉત્પન્ન થયેલા ભૂકંપની અસર હજારો માઈલ સુધી પસરી હતી. પરંતુ મુખ્ય નુકસાનવાળા પ્રદેશનો વિસ્તાર લગભગ ૧૫૦૦૦ ચો. માઈલ હતો. સ્કૉટલૅંડ જેવડો અને પાંચગણી વસતિવાળો પ્રદેશ ધરતીકંપથી તદ્દન પાયમાલ થઈ ગયો હતો. ઉત્તર બિહારનાં શહેરોમાં એક પણ એવું ઘર નહોતું કે તેમાં સહેજસાજ પણ નુકસાન થયું ન હોય. હજારો ઘરોમાંથી એકેની દિવાલ પણ ઊભી રહી નહીં. મોંગીર શહેરમાં તો કેટલાક મહોલ્લાના રસ્તાનું સ્થાન શોધવાનું પણ લગભગ અશક્ય થઈ પડ્યું હતું. જમીનમાં ફાટ પડી અંદરથી પાણી અને રેતીવાળો કાદવ નીકળ્યાં હતાં, અને એણે મોટા વિસ્તારની જમીનના પડને નિરુપયોગી કરી મૂક્યું. ઉત્તરબિહારના ઘણાખરા માર્ગો પણ તૂટી ગયા હતા. રેલવે, ટેલિગ્રાફ, ધોરી રસ્તા, પૂલ વગેરે સર્વને પારાવાર નુકસાન પહોંચ્યું. કેટલાક પ્રદેશોમાં આસપાસની જમીનના ચીરા અને કાદવકીચડને લીધે કોઈ પણ સાધન પહોંચાડવું અશક્ય થઈ પડ્યું હતું. એ ઉપરાંત ગામડાંમાં શેરડીનો મુખ્ય પાક સદંતર નાશ પામ્યો. સાત મોટી ખાંડની મિલો નાશ પામી. હજારો ચોરસ માઈલ જેટલી જમીનમાં ફાટ પડી ગઈ. કેટલાં યે જમીનનાં પડ નીચાં થઈ ગયાં. કેટલેક પ્રદેશ પાણી અને કાદવ ફરી વળવાથી ખેતી માટે નિરર્થક થઈ પડ્યો. આ ઉપરાંત માણસની મૃત્યુની સંખ્યા પણ એટલી ભયંકર થઈ કે મોંગીરશહેરમાં એક પણ ઘર ઊભું રહેવા પામ્યું ન હતું; મુઝફ્ફરપુર અને દરભંગામાં પણ એ જ પ્રમાણે લગભગ બધાં ઘર તૂટી પડ્યાં હતાં. આશરે ૭૨૦૦ માણસો મરી ગયાં હશે એમ માનવામાં આવે છે. જુદા-



બિહારના ૧૯૩૪ના ધરતીકંપ પછીના મોંગીરના બજારનું દૃશ્ય
આકૃતિ ૯ પૃ ૮૦



બિહારના ૧૯૩૪ના ધરતીકંપવખતે મુઝફ્ફરપુરમાં પોલો
ગ્રાઉંડમાં પડેલી વિશાળ ફાટ
આકૃતિ ૫૦ પૃ. ૮૧

જુદા જિલ્લામાં મરણની સંખ્યા નીચે પ્રમાણે છે :

પટના	૧૪૨	મુઝફ્ફરપુર	૨૫૩૯
ગયા	૩૪	દરભંગા	૨૧૪૯
શહાબાદ	૨૨	ભાગલપુર	૧૭૪
સરણ	૧૯૩	મોંગીર	૧૪૩૪
ચંપારણ	૪૯૯	પૂર્ણિયા	૨

એ સિવાય નેપાલમાં લગભગ ૩૪૦૦ માણસો મરી ગયાં હશે. એમ ધારવામાં આવે છે.

બિહારના ધરતીકંપવાળો પ્રદેશ બન્ને બાજૂએ ઘણી ઓછી ઘનતાના વિસ્તારથી ઘેરાયેલો છે. ઉત્તરમાં હિમાલયની તળેટીના પથરાળા પ્રદેશને લઈને જમીનના ભીતરમાં દબાણ ઓછું છે, અને દક્ષિણમાં ગંગા અને બ્રહ્મપુત્રાનદીના વિસ્તૃત પટોને લઈને જમીનનું દબાણ પ્રમાણમાં વચલા ભાગ કરતાં વધુ ઓછું છે. સરેરાશ દબાણનો તફાવત ૩૦૦૦ ફૂટ ઊંડા પથરાળા પડની બરાબર થાય છે. આથી કરીને ઓછા દબાણવાળા ભાગ પ્રમાણમાં ઊંચે આવતા જાય છે. ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓએ વારંવાર લીધેલા સપાટીના માપ ઉપરથી એ વસ્તુ ચોખ્ખી તરી આવે છે. એવું માલૂમ પડયું છે કે કાશીની આસપાસ જમીનની સપાટી ૦.૦૬ ફૂટ (એક ફૂટના ૧૬ ભાગ) જેટલી દર વર્ષે ઊંચે આવે છે. આવા ફેરફારને લઈને વચ્ચેના ભાગની જમીનનાં ભીતરનાં પડો ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશામાં ધસતાં રહ્યાં છે. એ પડનો ઘસારો ઘણો જ વધી ગયો ત્યારે ધરતીકંપ થયો. ધરતીકંપ પછી કેટલાક દેશોમાં પૂરો ફરી વળે છે એ પણ એમ બતાવે છે કે આસપાસના નદીવાળા વિસ્તારની જમીન ઊંચી આવે છે.

ક્વેટાનો ધરતીકંપ સને ૧૯૩૫ના મેની ૩૧મી તારીખે ભાગરે ૩ વાગે થયો હતો. પ્રભાતની ગાઢ નિદ્રામાં પોઢેલાં લગભગ ૩૦

હજાર મનુષ્યો માત્ર અર્ધી મિનીટમાં નાશ પામ્યાં. એ ધરતીકંપની અસર પામેલા વિસ્તારના પ્રમાણમાં જે મરણ થયાં એ હિન્દુસ્તાનમાં આગળ થયેલા કોઈ પણ ધરતીકંપથી વધારે છે. કવેટાશહેર ૫૫૦૦ ફૂટ ઊંચે આવેલું હોવાથી ઊનાળામાં ત્યાં સંખ્યાબંધ લોકો રહેવા અને ધંધાર્થે ઊપડી જાય છે. આથી સિંધમાં અને તેની આસપાસનાં શહેરોમાં ઘેરઘેર એ ધરતીકંપના વિનાશની અસર થઈ છે. જેમાં ખાસ નુકસાન થયું એવા પ્રદેશનો વિસ્તાર માત્ર ૩૫૦૦ ચો. માઈલ જેટલો જ છે. એનાથી આખું કવેટાશહેર જમીનદોસ્ત થઈ ગયું. કહેવાય છે કે કવેટાની નજીકના એક પર્વતના બે ભાગ થઈ પાછા જોડાઈ ગયા હતા. કવેટા યૂરોપ અને એશીઆના ભૂકંપપટા ઉપર આવેલું છે અને એની નજીકમાં ઊંચા પર્વતો આવેલા હોવાથી એના ભીતરનાં પડ વળીને ભાગીતૂટી જવાથી ધરતીકંપ થયો હોય એમ મનાય છે. ધરતીકંપની અસર આટલા થોડા વિસ્તારમાં થઈ એનું એક કારણ એમ માનવામાં આવે છે કે ધરતીકંપની ધ્રૂજારી ભીતરમાંથી શિરોલંબ દિશામાં જ આવી નીકળી હતી અને થોડા વિસ્તારમાં એ ધરતીકંપની શક્તિ પરિમિત થવાથી નુકસાનનું પ્રમાણ અતિભયકર થઈ પડયું હતું.

આમ એક ધરતીકંપથી જમીનના દબાણના ફેરફારો સમતોલ થઈ જતા નથી, એટલે હજી સદીઓ સુધી આવા બનાવો બનવાના એ ચોક્કસ છે.

ધરતીકંપને લીધે પહાડો અને ટેકરી ઉપરથી છૂટા થયેલા પથ્થરો અને મોટા ખડકો નીચે ગબડી પડે છે, જમીનનાં સ્તરો તૂટી જઇ એકબીજા ઉપર સરી જાય છે. આથી એ પ્રદેશના પાણીના માર્ગો બદલાય છે. મોટામોટા ઝાડો ઊપડી જઈ જમીનમાં દટાઈ જાય છે. કેટલીક વાર જમીનમાં પડેલા ચીરા એટલા બધા તો વિશાળ હોય છે કે એ કાયમનું નદી કે કોતરનું રૂપ ધારણ કરે છે. મિસિસિપીની ખીણમાં ૧૮૧૧-૧૨ ના ધરતીકંપવખતે આમ બન્યું હતું.



સેાનારીઓમાં જમીનમા પડેલી મેાટી ફાટ

આકૃતિ ૧૬ પૃ ૮૨

જાપાનમાં ૧૮૯૧ ના ધરતીકંપવખતે એક મેદાનના બે ભાગ થઈ ગયા હતા, એટલું જ નહીં પરંતુ એક બાજુનો ભાગ બીજા ભાગ કરતા કાયમને માટે ઊંચી સપાટીવાળો થઈ ગયો હતો. ધરતીકંપને લીધે કેટલીક વખતે ઝરાઓ મોટા અગર નાના બની જાય છે અને એમાંથી નીકળતા પાણીના પ્રમાણમાં પણ ફેરફાર થઈ જાય છે. કેટલીક વાર નદીના પટ મધ્યમાં સૂકાઈ જાય છે અને પાણી બીતરના માર્ગે આગળ વધે છે. ધરતીકંપના કેન્દ્રથી સેંકડો માઈલ દૂર હોવા છતાં સરોવરના પાણીમાં મોટાંમોટાં આંદોલન ઉત્પન્ન થાય છે અને એ કેટલાયે કલાક સુધી ચાલુ રહે છે. કેટલીક વાર સરોવર એકાએક શુષ્ક પણ થઈ ગયાં છે અને કેટલીક સપાટ જમીનમાં ખાડા પડી કાયમનાં સરોવર બની ગયાં છે. કેટલેક ઠેકાણે નદીના પ્રવાહો ધરતીકંપથી તૂટી પડેલી કરાડોને લીધે માર્ગપરિવર્તન કરે છે, અને કોઇક વાર માર્ગ ન મળવાથી એના કાયમનાં સરોવર બની જાય છે. સમુદ્રમાં ઉદ્‌ભવેલા જ્વાળામુખી મોટાં મોજાં ઉત્પન્ન કરે છે, અને એ કિનારા ઉપર પહોંચતા ઘણું નુકસાન કરે છે. જો કિનારો નીચો હોય તો આસપાસના પ્રદેશમા એ મોજાં ફરી વળે છે અને ત્યાંથી ફળદ્રૂપ જમીન ઉપર રેતી અને કાકરીના થર પાથરી દે છે.

ધરતીકંપથી મોટે ભાગે જમીનનું સમતલ બદલાય છે. ૧૮૨૨ ના ચિલીના ધરતીકંપવખતે ત્યાનો કિનારો ૩ થી ૪ ફૂટ ઊંચો આવ્યો હતો. ૧૭૬૨ ના બંગાળાના ધરતીકંપવખતે ચિતાગોંગ નજીક ૬૦ ચોરસ માઈલ કિનારો એકદમ સમુદ્રની સપાટી નીચે ઊતરી ગયો હતો. મિસિસિપીના તળમાં ૧૮૧૧-૧૨ના ધરતીકંપોથી મોટામોટા ફેરફારો થયા હતા. કેટલેક ઠેકાણે એકાએક જમીન નીચે ઊતરી સરોવરના રૂપમા ફેરવાઈ ગઈ હતી અને ઝાડની ટોચ પાણી ઉપર દેખાતી રહી ગઈ હતી. આ પ્રમાણે ધરતીકંપથી પણ જમીનના પડમાં વારંવાર ઉથલપાથલ થયા કરે છે અને જમીનના પડની નવીન રચનાઓ થયા કરે છે.

ભૂસ્તરપડોનું સ્થિતિપરિવર્તન

આગળ જોયું તેમ જો હવા, તાપ, વગેરેની અસર લાંબો વખત કાયમ રહે તો જમીન ધીમેધીમે વરસાદના પાણીથી ધોવાઇને નીચી ને નીચી થતી જાય ને સપાટી ઉપરની અસમાનતા કાળક્રમે જતી રહે. જમીનની સપાટી ઘસાઇને સમુદ્ર સાથે સમતલ થઇ જાય. આથી આપણે એમ કલ્પી શકીએ કે ઘણા લાંબા કાળ પછી પૃથ્વીની બધી જમીન સમુદ્રમાં ડૂબી ગઈહશે. પરંતુ ઉપર દર્શાવેલાં બહારનાં કારણો સિવાય જમીનની અંદરની ઉષ્ણતાનાં બળો હજી શાન્ત નથી થયાં અને તેથી ધરતીકંપ અને જ્વાળામુખીજેવા મહાન. સ્થિતિપરિવર્તન કરનારા બનાવો પૃથ્વીના પડ ઉપર અણધાર્યા ફેરફારો કરે છે. એ ઉપરાંત આપણા લક્ષમાં ન આવે એવા સપાટીના ઘણા જ ધીમા ફેરફારો નિરંતર થયા જ કરે છે અને એને લીધે જ સમુદ્રમાં બંધાતી જમીન કાળક્રમે ઉપર નીકળી આવે છે; જ્યારે કેટલીક હવામાં ખુલ્લી જમીન સમુદ્રમાં ડૂબી જાય છે. કેટલાક પર્વતોનાં પડ તપાસતાં માલૂમ પડયું છે કે એમાંથી સમુદ્રમાં જીવનારાં પ્રાણીના અવશેષો મળી આવે છે. દાખલા તરીકે, આલ્પ્સના ૧૦૬૫૦ ફૂટ ઊંચા ડાયાબ્લેરેટ પર્વત ઉપર અને હિમાલયમાં ૧૬૦૦૦ ફૂટની ઊંચાઈ સુધી સમુદ્રના પાણીમાંના અવશેષો મળી આવે છે. આટલી ઊંચાઇએ મળી આવતાં ચિહ્નો એ જ સૂચવે છે કે અત્યારે ગર્વથી પોતાનાં શિખર ઊંચાં રાખીને ઊભેલા હિમાલય અને આલ્પ્સના પહાડો પણ એક વાર સમુદ્રમાં ડૂબેલા હતા. આ ઉપરથી એમ લાગે છે કે ભીતરના કોઈક ફેરફારોથી કાં તો જમીન ઊંચી આવી હશે, 'અગર સમુદ્ર ઊંચો ગયો હશે, અથવા બન્ને બનાવ સાથેસાથે બનવા પામ્યા હશે.

હિન્દનો દક્ષિણનો મુખ્ય દ્વીપકલ્પ ઘણા પુરાતન કાળથી સમુદ્ર નીચે ગયો નથી. એ ભાગ ઉત્તર તરફ અારાવલીની પર્વત-

માલા સુધી વિસ્તરેલો હતો. આરાવલીથી ઉત્તર તરફનો ભાગ અને ખાસ કરીને બલુચિસ્તાન, કાશ્મિર, રાજપૂતાનાનાં રેતાળ મેદાનો, હિમાલય અને એની તળેટીનો પ્રદેશ ભૂસ્તરસમયના પ્રાથમિક યુગમાં સમુદ્ર નીચે ડૂબેલાં હતાં. એ સમુદ્ર પશ્ચિમે યૂરોપના ભૂમધ્ય સમુદ્ર સાથે જોડાયેલો હશે અને પૂર્વે પૅસિફિક મહાસાગર સાથે મળેલો હશે એમ માનવામાં આવે છે. દક્ષિણનો દ્વીપકલ્પ એ વખતે આફ્રિકા સાથે સંધાયલો હશે એમ ધારવામાં આવે છે. દક્ષિણનાં પડોમાં જ્વાળામુખી વડે ઉદ્ભવેલી ડક્કન ટ્રૅપની ભૂમિ તૈયાર થઈ રહ્યા પછી એક કાળ એવો આવ્યો કે જ્યારે ઉત્તર તરફના સમુદ્ર નીચે ઢંકાયેલા પ્રદેશમાં પ્રચંડ ધરતીકંપ થવા લાગ્યા અને એ સાથે જ એ પ્રદેશ ઊંચે ઊપસી આવવા માંડ્યો. એ ખાસ કરીને ટિબેટ તરફના એશિયાની ભૂમિના સમાન્તર દબાણથી હિમાલય આવેલો છે ત્યાંના નબળાઈવાળા ભાગોમાં ખેંચાઈ જઈ ઊપસવા લાગ્યો. હિમાલયના પ્રદેશનું આટલું બધું ઊંચા થવાનું કારણ કંઈક અંશે દક્ષિણના જ્વાળામુખીના ટ્રૅપથી બંધાયેલા પ્રદેશની કઠણાઈ પણ છે, કારણ કે પ્રદેશનો ભાગ મળતાં ઉત્તર તરફનો પોચો પ્રદેશ ઊપસી આવ્યો અને જમીનનાં પડ ઠેકાણેઠેકાણે વળી જઈ તૂટી ગયાં. આમ એક કાળે સમુદ્રની સપાટી નીચેનો પ્રદેશ જગતની કોઈ પણ ઉચ્ચ ભૂમિથી વધુ ઊંચે ચઢ્યો. એ કાળના સમુદ્રના અવશેષો હિમાલયમાંથી અને બીજા પ્રદેશોમાંથી મળી આવે છે.

જમીનનાં ઘણાંખરાં પડો મુખ્યત્વે જળચરવર્ગનાં છે. સમુદ્રની અંદર કિનારા નજીક બંધાતાં પડો જમીનમાંથી ઘસડાઈ આવતાં દ્રવ્યો વડે તૈયાર થાય છે. આથી પ્રથમ ક્ષિતિજસમસન્ન સમતલ અગર તો બહુ જ ઓછા ઢોળાવવાળાં પડ તૈયાર થતાં હોવાં જોઇએ. જ્યારે એ પડ ઊપસીને સમુદ્રની સપાટી ઉપર આવે છે ત્યારે એમાં અત્યારે માલૂમ પડતી સપાટીની અસમાનતા ન જ હોવી જોઈએ. [illegible] નદીનાં [illegible] વગેરે અસમાન[illegible] ખાસ કરીને

વરસાદને લીધે અને ભીતરમાં ઉત્પન્ન થતા દબાણથી થતા જમીનના ફેરફારોને આભારી છે.

બધા ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ કબૂલ કરે છે કે જમીનની સ્થિતિના પરિવર્તનનું એક મુખ્ય કારણ અંદરનાં દ્રવ્યોની ઉષ્ણતા ઓછી થાય છે તે હોવું જોઈએ. બહારનું ઠંડું પડેલું પડ નીચેનાં ઠંડાં પડીને સંકોચાતાં પડ ઉપર ધસી રહ્યું છે અને એમ થતાં એના પડમાં ઘણું દબાણ ઉત્પન્ન થાય છે. આ સમાંતર દબાણને લીધે જમીનનાં પડો વળી જાય છે અને કેટલાંક પડો તૂટી જઈને એકબીજા ઉપર સરી જાય છે. બે બાજૂના સમાન્તર સામસામા દબાણથી વચ્ચેનું પડ ઊપસી આવે છે અને બન્ને બાજૂની જમીન નીચે ઊતરી જાય છે. જમીનની સપાટીની અસમાનતાનું મુખ્ય કારણ આ જ છે.

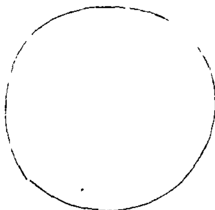
પૃથ્વીના ચક્રગતિથી વધતીઓછી ઘનતાવાળાં સ્તરો ઉપર કેન્દ્રોપગામી બળ લાગવાથી પણ જમીનના પડનું સ્થિતિપરિવર્તન થાય છે.

જમીન ઉપરનાં ઘન પડો નીચેના પડ ઉપર તરતાં રહેલાં છે. એ દ્રવ્યમાં સ્વયંવિભાજી તત્ત્વો વિશેષ પ્રમાણમાં છે અને એમનાં પરમાણુ સતત ભાગી જતાં હોવાથી ઘણી ગરમી આપોઆપ ઉત્પન્ન થયા કરે છે. આ ગરમી ઘણા લાંબા વખત સુધી ઉદ્ભવે તો હાલનાં દ્રવ્યો પ્રવાહી બની જાય. જૉલી નામના ભૂવેત્તાના મત પ્રમાણે ૨૫૦૦૦૦૦૦ વર્ષમાં અત્યારનું દ્રવ્ય તદન પ્રવાહી થઈ જશે. આમ થવાથી એ ભીતરના દ્રવ્યની ઘનતા ઓછી થશે અને અત્યારનાં સપાટીનાં ઘન પડો એ પ્રવાહીમાં વધુ ઊંડાં ડૂબશે. દાખલા તરીકે, રાતા સમુદ્રના પાણીની ઘનતા વધુ હોવાથી જ્યારે એક સ્ટીમર રાતા સમુદ્રમાંથી નીકળી અરબીસમુદ્રમાં દાખલ થાય છે ત્યારે એ વધુ ઊંડી ડૂબે છે; કારણ કે પ્રવાહીની ઘનતા જેમ ઓછી થાય છે તેમ અંદર તરતી વસ્તુ વધારે ઊંડી ડૂબે

છે એ જ રીતે જમીનનુ અત્યારનુ પડ ૨૫૦૦૦૦૦૦ વર્ષ પછી અદરના પ્રવાહીમા ડૂબી જતા જમીનની સપાટી નીચે ઊતરી જશે અને આ સર્વ જમીન ઉપર સમુદ્રના પાણી ફરી વળશે ઘણા દીર્ઘ કાળ પછી જ્યારે પાછુ અદરનુ પ્રવાહી ઠડુ પડીને ઘન થશે ત્યારે એ જ સપાટી વધુ ઊંચે આવશે જોલીના મત પ્રમાણે ભૂતકાળમાં અનેક વાર આવી રીતે જમીનના પડો સમુદ્રથી ઉપરનીચે થયા છે અને એ દરમિયાન વાનાફરતી નના સ્તરો બધાયા હશે અને જૂનાં પડો ઘસાઈ ગયા હશે

ઉપર દર્શાવેના એમ્સામગ મોટા પરિવર્તન સિવાય નાના પ્રદેશમા પણ જમીનના ફેરફારો થયા કરે છે આથી જમીનની ઉપર આવેતુ પડ કેટલીક વાર સમુદ્રમા ડૂબી જાય છે અને લાંબા કાળ પછી ઉપર આવી વળી પાછુ ડૂબી જાય છે ઈંગ્લૅંડના અગ્નિખૂણામા એવા પડો વારાફરતી જમીન અને સમુદ્રમા ઉપરતળે થયેલા છે નેપલ્સની સપાટીમા પોઝની પાસે એક નોંધવાલાયક બનાવ આ જ જાતના પડના ફેરફારની સાક્ષી પૂરે છે સમુદ્રથી થોડે દૂર આરસની દિવાલવાળુ એક ગ્રીક મદિર આવેલુ છે એનુ તળિયુ સમુદ્રની સપાટીથી બહુ જ થોડુ ઊંચુ ગયેલુ છે એના સ્તૂપોના નીચેના નવ ફૂટ બાદ કરતાં બાકીના ૧૨ ફૂટના ભાગ હજી જેવા ને તેવા લીસા છે ત્રીજા સૈકામા તો આખા મદિરના આરસ લીસા હતા એમ માનવામાં આવે છે ત્યારપછી ફ્રૅનેડ્રિકના સમય સુધીમા એના તળિયાનો કેટલોક ભાગ સમુદ્રમા ડૂબી ગયો હતો ત્યારપછી પાછો એ ભાગ ઊચે આવવા લાગ્યો અને અતે એ મદિર વળી પાછુ સમુદ્રની ઉપર આવી ગયુ છે સ્વિડનના દક્ષિણ ભાગની જમીન વત્તાઓછા પ્રમાણમા ઊચે આવતી જાય છે ન્યૂફાઉડલૅંડ અને લૅબ્રાડોરની જમીન નીચે ઊતરતી જાય છે કાઠિયાવાડનો કેટલોક કિનારો પણ ઘણા અર્વાચીન સમયમા ઊંચે આવેલો માલૂમ પડે છે મુબઈના નજીક લગભગ વીસેક ફૂટની ઊંચાઈએ એક મોટુ જગલ દટાઈ ગયેલુ

હોવાનું માલૂમ પડયું છે ઉષ્ણકટિબંધમાં આવેલા સમુદ્રમાં કેટલીક જગાએ જમીન ૨૦ થી ૮૦ ફૂટ ઊંચે નીકળી આવે છે. સમુદ્રની નીચે ઘણી ઊંડાઈએ બંધાયેલા ચોકનાં ખડકો પણ આ જ રીતે કાળક્રમે ઉપર ઊપસી આવે છે.



પૃથ્વીના કદ અને ઘનપડનું પ્રમાણ બતાવતી આકૃતિ

ઉપરની આકૃતિમાં પૃથ્વીના કદના પ્રમાણમાં ઉપરની ઘન સપાટી કેટલી બધી સૂક્ષ્મ છે એ બતાવવામાં આવ્યું છે. ઉપરનું ઘન પડ ૨૦ માઇલની જાડાઈનું છે અને આખી પૃથ્વીના કદને વર્તુલથી દર્શાવતાં એ પડની જાડાઈ કાળી લીટી જેટલી જ છે. એ પડની નીચે ૭૦ માઈલ જાડું પડ આવેલું છે. એ સિવાય બાકીના ભીતરના વિસ્તૃત ભાગમાં ઉષ્ણ વાયુ કે પ્રવાહી ભરેલો છે. બહારના પડ કરતાં અંદરની ઘનતા પણ વિશેષ છે.:આથી ધ્યાનમાં આવશે કે ઉપરના પડનું દબાણ અથવા સ્થિતિસ્થાપકતાનું બળ કેટલું બધું નિર્જીવ છે. ભીતરમાંના મહાન પાવક ઉપર તરતું રહેતું પ્રમાણમાં કાગળજેવડું જાડું પડ જે કાળેકાળે સમુદ્રમાં ડૂબી બહાર

આવે છે એના ઉપર જે નિશ્ચિંતતાથી મનુષ્ય પોતાની પ્રવૃત્તિ ચલાવી રહ્યો છે એ જોઈને આપણને ખરેખર આશ્ચર્ય થાય છે. તાજમહાલ, પિરામિડ, ચિનની દિવાલ કે અમેરિકાનાં ગગનચુંબી મહાલયો બાંધીને એ પોતાની કૃતિ ને સ્મૃતિ ચિરંજીવ કરવા માગે છે, પરંતુ એ ભૂલે છે કે એની એ સર્વ સમૃદ્ધિ અને સંસ્કૃતિને સમેટી લઈને એનાં સ્મારકો જમીનના પડ સાથે ભીતરના મહાસાગરમાં એકકાળ ડૂબી જનાર છે. આવાં અનેક નાશકારક બળોના ભયમાં રહેલી પૃથ્વીના પડમાં અત્યારે ચેતનનો જીવનદીપ પ્રજ્વલી રહ્યો છે. ખરું છે કે

The hills are shadows, and ever flow
From form to form, and nothing stands;
They melt like mists, the solid lands
Like clouds they shape themselves ago



પૃથ્વીનાં ભૂસ્તરપડોનો ભૂતકાળ

પૃથ્વીના ભૂતકાળનો ઇતિહાસ તેના ભૂસ્તરપડરૂપ પાનાંના પુસ્તકમા જળવાઇ રહેલો છે. દુનિયાના જુદાજુદા દેશોનાં ભૂસ્તરપડો ઊકેલીએ તો તેનાં રચના, બંધારણ અને અંદરના પથ્થરોમાં અંકિત થયેલા શિલાવશેષોની વિવિધતા વડે એ પડો કયાકયા કાળમાં રચાયા હશે તે તથા એ દેશમા તે કાળમાં કઇકઇ વનસ્પતિઓ અને કયાકયા પ્રાણીઓની ઉત્ક્રાંતિ થઇ હશે તે માલૂમ પડે છે. જુદાજુદા દેશોનાં આબોહવા અને સ્થળની વિશિષ્ટતાને લીધે ભૂસ્તરપડોના બંધારણમા તેમ જ તેની અંદરના અવશેષોમા ફેરફાર થાય છે. આમ છતા એ પડોના રચના અને સ્થાનમાં કેટલુંક સામ્ય હોવાથી એ પડનો કાળ નકકી કરવામા આપણને બહુ મુશ્કેલી પડતી નથી. વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના અવશેષો ભૂમિપડમા જળવાઇ રહ્યા ન હોત તો આ પૃથ્વીનો ભૂતકાળનો ઇતિહાસ મોટે ભાગે અણઉકેલ્યો જ રહેત. જેમજેમ નવા ભૂસ્તરપડોની રચના થતી ગઇ તેમતેમ પૃથ્વીના પડ ઉપર જીવંત પ્રાણી અને વનસ્પતિમાં પણ ક્રમેક્રમે ફેરફારો થતા ગયા અને જીવનની ઉત્ક્રાંતિ થતી રહી. આથી ભૂસ્તરપડોની રચનામાં તે કાળના વનસ્પતિ, જીવજંતુ, દરિયાઈ પ્રાણીસૃષ્ટિ અને ભૂમિ ઉપરના પ્રાણીના અવશેષો દબાઇ ગયા અને અનેક કાળના પ્રચંડ ભૂમિપડના દબાણથી શિલારૂપ બની ગયા આવા ભૂમિપડના અવશેષોને શિલાવશેષો કહેવામાં આવે છે. પ્રત્યેક દેશના ભૂસ્તરપડોના બંધારણને અને તેમા રહેલા શિલાવશેષોને આધારે ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓએ એ પડોના વ્યવસ્થિત વિભાગ પાડયા છે અને દરેક ભૂસ્તરપડનો કાળ નકકી કરી તેનો યુગ નકકી કર્યો છે. નીચે આપેલી સમજૂતીથી આ અભ્યાસ કેવી રીતે વ્યવસ્થિત અને ચોકકસ બન્યો છે તેની ખાતરી થશે.

પૃથ્વીનું વાતાવરણ ઠંડું પડયું અને તેના ઉપર જલાવરણ

તથા ઘનાવરણ રચાયું ત્યારે તેની સપાટી બહુ ઊંચીનીચી અને ખડબચડી હતી. આ વખતે નીચાણવાળા ભાગમાં પાણી ભરાયું હતું. બહુ લાંબા કાળ દરમિયાન ઊંચાણની ભૂમિનાં પડો ઘસાઇને અગર ધોવાઇને નીચાણના સમુદ્રના ભાગોમા જઇને ઠર્યાં અને એ રીતે જલકૃત પાષાણોની રચનાની શરૂઆત થઇ. આ કાળ દરમિયાન હવામાનમાં વધુ પડતા ઍસિડગુણી વાયુ હોવાથી ઊંચી જમીનનાં પડોને જલદી ક્ષીણ કરવામાં રાસાયણિક ક્રિયા પણ મદદ કરતી. આ ઉપરાંત એ કાળે જ્વાળામુખી અને ધરતીકંપના ઉત્પાતો પણ વારંવાર બહુ પ્રબળતાથી અને વિસ્તૃત પ્રદેશોમાં થતા હોવાથી જલકૃત અને આગ્નેય પાષાણોની રચના સાથેસાથે અથવા અનુક્રમે થતી રહી હતી. આ કાળમાં કોઈ પણ પ્રકારની વનસ્પતિ અગર પ્રાણીની સૃષ્ટિ પેદા થઇ શકે તેવી પરિસ્થિતિ નહોતી. આ વખતનાં ભૂસ્તરપડોમાં ચાકના કે કોલસાના પાષાણો મળતા નથી; કારણકે બન્ને ખડકો પ્રાણીજન્ય અને વનસ્પતિજન્ય છે. વળી એ પડોમાં કોઈ પણ પ્રકારના આદિજીવોના શિલાવશેષો જણાતા નથી. કેટલાક એવું માને છે કે એ શરૂઆતના મહાકાળના છેવટના ભાગમાં હાડકાંવિનાના આદિજીવોના અને આદિવનસ્પતિના અવશેષો દબાયેલા હશે. પરંતુ અતિપ્રચંડ કાળના ભારે દબાણથી તે અવશેષોનું શિલાકરણ થયું નથી. આમ છતાં પુરાવાના અભાવે એમ જ માનવું પડે છે કે એ પ્રાથમિક કાળમાં કોઇ પણ જાતના જીવો અસ્તિત્વમાં નહોતા. આ પ્રકારના શિલાવશેષ ચાક અથવા કોલસાનાં સ્તરવિનાના ભૂસ્તરપડો દરેક દેશમાં મળી આવે છે અને તે પડનાં વિસ્તાર અને જાડાઈ પ્રમાણસર જ હોય છે. પૃથ્વીના ભૂમિપડની સપાટી કાયમને માટે અચળ અને સ્થિર રહેતી હોત તો આ ભૂમિપડો માત્ર પૃથ્વીની સપાટીની સૌથી નીચે જ માલૂમ પડયાં હોત પરંતુ ભૂમિપડો અચળ રહેતાં નથી. કાળક્રમે ભીતરના દબાણના ફેરફારોથી જમીનનાં પડો સમુદ્ર નીચે સમાયાં અને સમુદ્રની નીચેનાં પડો ઊંચાં

આવી ગયા અને નવા ભૂમિપડોની રચના થઇ. આ ફેરફારોથી સમુદ્રની નીચે રચાયેલા સમતલ પડો ઊંચાનીચા થઇને કોઇ જગાથી તૂટી ગયાં, કોઇક જગાએ નીચેના પડો ઊંચે આવી ગયા અને કોઈ જગાએ જુદાજુદા પડોના ક્રમો પણ ઊલટાસુલટા થઇ ગયા. આ રીતે સૌથી નીચેના આદિકાળના પડો કોઇ પ્રદેશોમા તદન ઊંચે આવી ગયા તો કોઇ પ્રદેશોમાં તે વચ્ચે પેસી ગયાં. કેટલેક સ્થળે હવામાં ઊંચે આવી ગયેલા આ પુરાતન પડો હવામાન નીચે વરસાદથી ઘસાઇને અદશ્ય થઇ ગયા અને જમીનના સમતલ પડોમા ઊભા અથવા ત્રાસા છેદ રહી ગયા

આ યુગ પછીના ભૂસ્તરપડોમા આદિજીવોના શિલાવશેષો દરેક દેશમા મળી આવે છે કોઈ પ્રદેશમા આ પડમા શિલાવશેષો ના મળે તો એ પડનો વિસ્તાર બીજા પ્રદેશોમા અતૂટ રીતે અથવા ખંડિત થયેલા પડરૂપે થયેલો હોય છે તેનો અભ્યાસ કરનાથી ઘણીવાર તેનો કાલનિર્ણય થઈ શકે છે આ પછીના યુગમા ચાક અને કોલસાનાં મોટા પડોની રચના થયેલી હોવાનું માલૂમ પડે છે, અને તે સાથે કાળક્રમે વધુ ને વધુ ઉત્ક્રાંતિ પામતી જીવસૃષ્ટિ અને વનસ્પતિસૃષ્ટિના શિલાવશેષો પણ તેતે કાળનાં ભૂસ્તરપડોમા મળી આવે છે અને તે પડનો ઇતિહાસ રજ કરે છે. સૌથી છેવટના ભૂમિપડોમા આદિ-મનુષ્ય અને અત્યારનાં પ્રાણીના પૂર્વજોના શિલાવશેષો મળી આવે છે. આ રીતના વ્યવસ્થિત અને જગત પરના ભૂસ્તરપડોના સમગ્ર અભ્યાસથી ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓએ ભૂસ્તરપડોનો અને એ રીતે પૃથ્વીના ભૂતકાળનો ઇતિહાસ તૈયાર કર્યો છે ભૂસ્તરપડોની રચનાના કાળના ચાર મોટા યુગ પાડવામાં આવ્યા છે અને એ દરેક યુગને એક ભૂસ્તરયુગ કહેવામા આવે છે. એ યુગોના નામ નીચે મુજબ

છે : આદિયુગ અથવા આર્કિયન યુગ એટલે કે શરૂઆતનો કાળ, ૨ પૂર્વજીવકાળ અથવા પેલિયોઝોઇક યુગ એટલે કે પુરાતનકાળના જીવો પેદા થયેલા તે વખત, ૩ મધ્ય-જીવ કાળ અથવા મેસોઝોઇક યુગ એટલે કે જીવનની ઉત્ક્રાંતિના મધ્યકાળના પ્રાણીઓનો સમય, ૪ આધુનિક જીવયુગ અથવા સેનોઝોઇક યુગ અથવા અર્વાચીન કાળના પ્રાણીની ઉત્ક્રાંતિનો કાળ

આ પ્રત્યેક યુગના ઉપયુગો પણ પાડવામા આવ્યા છે અને એ દરેક મુખ્ય યુગ અને ઉપયુગની સમયમર્યાદા પણ નક્કી કરવામા આવી છે દરેક યુગ અને ઉપયુગના ભૂસ્તરપડોના રચના અને બંધારણની ખાસિયતો અને તે વખતના પ્રાણી અને વનસ્પતિના ઇતિહાસ પણ નક્કી કરવામા આવ્યા છે

ભૂસ્તરના ઇતિહાસના આ યુગો પાડવામા ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ વર્ષોની ગણતરી કરતા નથી તેમ જ અમુક નિશ્ચિત તારીખો નક્કી કરતા નથી આમ છતા દરેક યુગ આશરે કેટલો સમય ચાલુ રહ્યો એ ગણતરી એ લોકો કરી શકયા છે એ કાળની ગણતરીમા સો અથવા હજાર વર્ષનો ફેર બહુ મહત્ત્વનો હોતો નથી ખાસ મહત્ત્વની બાબત તો એ છે કે એ મહાન યુગવર્તી ફેરફારો થયા તેનો આશરો કઢવો અને તેનો તુલનાત્મક અભ્યાસ કરવો ભૂસ્તરપડના ફેરફારો માટેના ઘડિયાળનુ લોલક સેકડમા માપ રાખતુ નથી, પરતુ એ લોલકનુ એક આંદોલન દસ હજાર કે લાખ વર્ષનું ગણવામાં આવે તો એ યુગે યુગના ફેરફારો ચલચિત્રોની ઝડપે થતા માલુમ પડશે. આ બધા ફેરફારો અને દરેક યુગના ઉપવિભાગ અને તેની વિશિષ્ટતાઓ નીચે કોઠારૂપે આપી છે

યુગનું નામ	ઉપયુગો	દરેકયુગનો કાળ વર્ષમાં	જીવનની ઉત્ક્રાંતિ
૧. આદિયુગ (આર્કિયન)		૮૦ કરોડ	કોઈ પણ જીવ અસ્તિત્વમાં હતા નહિ.
૨. પૂર્વજીવકાળ (પેલિયોઝોઈક)	કેમ્બ્રિયન ઓર્ડોવિસિયન સિલુરિયન ડેવોનિયન કાર્બોનિફેરસ પરમિયન.	૬૫ કરોડ	પ્રોટોઝોઆ, ડાયેટોમ જેવા આદિજીવો જેલિફિશ, પરવાળાં, વાદળી, માછલી અને અપુષ્પ વનસ્પતિ જળચર સૃષ્ટિનો વિકાસ અને વનસ્પતિની વૃદ્ધિ. કોલસામાંથી પાષાણો બંધાવાનો ક્રમ.
૩. મધ્યજીવકાળ (મેસોઝોઈક)	ટ્રાયસ જયુરાસિક ક્રેટેસિયસ	૩૫ કરોડ	પેટે ચાલનારાં પ્રાણીનો વિકાસ, હવામાં ઉડનારાં પ્રાણી (પંખીના પૂર્વજો), ત્યાર પછી સ્થળ અને પ્રચંડકાય રુધિર પ્રાણીઓ સપુષ્પ વનસ્પતિનો વિકાસ, છેવટે દાંતવાળાં અને કવચવાળાં પ્રાણીઓનો કાળ. ચાકના ખડકો બંધાયા. સસ્તન પ્રાણીની શરૂઆત.
૪. આધુનિક જીવયુગ (કેઈનોઝોઈક)		૧ કરોડ	આદિમનુષ્યની ઉત્પત્તિ અને તેનો વિકાસ દરેક જાતની જીવસૃષ્ટિ અને વનસ્પતિસૃષ્ટિનો વિકાસ.

દરેક યુગ એટલે તે કાળનાં વિશિષ્ટ ભૂસ્તરપડો રચાવાનો સમય દરેક યુગનાં ભૂસ્તરપડોની જાડાઈ તે યુગની કાળમર્યાદાની પ્રમાણસર હોય છે. આ રીતે આર્કિયનયુગનાં પડો સૌમાં જાડામાં જાડાં છે અને

આધુનિક યુગનાં પડો સૌમાં પાતળામાં પાતળાં છે. પૃથ્વી ઉપર ઘન પડ પેદા થયું ત્યારપછી જેટલો સમય પસાર થયો છે તેમાંનો લગભગ અર્ધો ઉપરનો સમય આદિયુગનો છે. જીવસૃષ્ટિનો વિકાસ ત્યાર પછીના સમય દરમિયાન સ્થળ અને પરિસ્થિતિને આધારે બહુ ધીમેધીમે થતો રહ્યો છે.

આદિયુગ સિવાયના બીજા યુગનાં ભૂસ્તરપડોના વિભાગ સહેલાઇથી પાડી શકાય છે, કારણ કે દરેક વિભાગનાં પડોમાં તે કાળનાં વિશિષ્ટ પ્રાણી અને વનસ્પતિ જુદેજુદે સ્થળેથી મળી આવે છે. વળી એ દરેક કાળનાં ભૂસ્તરપડોને તેના યોગ્ય ક્રમમાં ગોઠવી શકાય છે. ભીતરના ફેરફારોથી કદાચ ઘણી વાર નીચેનાં પડો ઉપર આવી જાય છે, છતાં તે પડોના વિસ્તારનો પૂરેપૂરો અભ્યાસ કરવાથી તે પડનો યોગ્ય ક્રમ જરૂર નક્કી થઇ શકે.

આદિયુગનાં ભૂસ્તરપડોની રચના મુખ્યત્વે જ્વાળામુખીના ઉત્પાતોથી રચાતા આગ્નેય ખડકો, છીછરાં પાણીમાં રચાયેલા જળકૃત ખડકો અને કેટલીક વાર રણ જેવા વનસ્પતિવિહોણા ભૂમિપ્રદેશો ઉપર પવનથી ઘસડાઇને આવતાં ધૂળ અને રેતીનાં થરોથી બંધાયેલા છે. આ ખડકો અતિ લાંબા કાળના દબાણથી અતિવિકૃત થયેલા છે અને એમાં શિલાવશેષો હતા નહિ અને કદાચ કોઇ હાડકાંવિનાનાં આદિપ્રાણી હોય તો તેના શિલાવશેષો ખડકોની વિકૃતિને કારણે નષ્ટ થઈ ગયા હશે. આ રીતે આ કાલના ખડકો સૌથી વિસ્તૃત અને જાડા હોવા છતાં તેનો સવિસ્તર અને ક્રમિક ઇતિહાસ મળતો નથી.

ભૂસ્તરપડોનો ખરો ઈતિહાસ પેલિયોઝોઇક યુગના પ્રથમ કેમ્બ્રિયન કાળનાં પડોથી આપણને જાણવા મળે છે. આ ભૂસ્તરપડો આદિયુગના પડોની ઉપર અલગ રીતે દુનિયાના ઘણેખરે સ્થળે મળી આવે છે. આ કાળના અને ત્યાર પછીના ઑર્ડોવિસિયન, સિલુરિયન વગેરે કાળનાં પડો

પણ લગભગ એકસરખી રીતે સમુદ્રનાં છાછરાં પાણીમાં રચાયા છે. આ વખતના ખડકો મોટે ભાગે રેતીના પથ્થરોના પાષાણો અથવા કાદવમાંથી પેદા થએલ સ્લેટરૂપી પાષાણોમાં રૂપાંતર થયા છે. આ ખડકોમાં ખાસ કરીને સમુદ્રની પ્રાથમિક વનસ્પતિ અને જેલીફિશ, સ્ટારફિશ જેવી માછલીના શિલાવશેષો મળી આવે છે. કેમ્બ્રિયન, ઑર્ડોવિસિયન અને સિલુરિયનકાળના ખડકોમાં સ્લેટજેવા પાષાણોના ખડકો મુખ્ય છે. આ પછીનો ઑર્ડોવિસિયનકાળ ઉપરના ત્રણ કાળથી સહેજ જુદો પડે છે. આ કાળમાં ખાસ કરીને જ્વાળામુખીના ઉત્પાતો વિશેષ થયા હતા એટલે એ કાળનાં પડોમાં સ્થળેસ્થળે લાવાનાં પડો રચાયાં હતાં અને તેમાંથી ઘણેખરે સ્થળે ધોવાણ અને ઘસારાથી મોટા પર્વતો રચાયા છે. આ કાળની આગળના ત્રણ કાળ દરમિયાન પૃથ્વીના પડ ઉપર ખાસ વિશિષ્ટ ફેરફારો થયા નહોતા એટલે એ ત્રણે પડો લગભગ સમસૂત્ર અને એકમેકની ઉપર લગભગ સરખી જાડાઇનાં રચાયાં હતાં. એનાથી ઊલટું ઑર્ડોવિસિયનકાળનાં પડો જ્વાળામુખીના લાવાને લીધે ઊંચાંનીચાં અને જાડાંપાતળાં બન્યાં છે. જે સ્થળે સમુદ્ર હતો તે સ્થળે ભૂમિનાં પડો નીકળી આવ્યાં અને ભૂમિનાં પડો સમુદ્રમાં સમાઈ ગયાં.

આ પછીના કાર્બોનિફેરસકાળમાં ઘણા લાંબા સમય સુધી કોલસાનાં ભૂસ્તરપડોની રચના થઈ. એ કાળમાં ચૂનાના ખડકો, માટીના ખડકો અને રેતીના ખડકો પણ રચાયા છે. આ કોલસાના ખડકો છાછરા પાણીના સમુદ્રમાં ચૂના, માટી અને રેતીના ખડકોની સાથે ભેળાઈને પેદા થયેલા છે. સમુદ્રનાં છાછરાં પાણીમાં નદીઓદ્વારા આવતા કાંપમાંથી નાનામોટા નદીમુખપ્રદેશો રચાતા હતા. એ ઉપર કાળક્રમે ગાઢ જંગલો ઊગી નીકળતાં કેટલાક નીચાણના ભાગોમાં મીઠું પાણી ભરાઇ રહેતું ત્યાં પણ ગાઢ વનસ્પતિ ઊગી નીકળતી. આવાં સ્થળો ઉપર જંગલો પેદા થઇ નષ્ટ થઈ નવાં જંગલો રચાયાં

કરતો, પરંતુ સમુદ્રની નજીક હોવાથી ક્રમક્રમે સમુદ્ર એ જમીન ઉપર આક્રમણ કરતો. કેટલીક વાર એ ભૂમિ ભીતરના ફેરફારોથી નીચે બેસતી અને તેની ઉપર સમુદ્ર ફરી વળતો. આ રીતે ડૂબેલાં જંગલો ઉપર માટી, રેતી અને ચાકના નવા થરો ફરી વળતા. ફરીથી આવાં સ્થળે નવા નદીમુખપ્રદેશો નીકળી આવી ઉપરની ઘટનાનું પુનરાવર્તન થતું. આ પ્રમાણે દુનિયાનાં અનેક સ્થળે આ જાતનાં જંગલો દબાઈ જવાની ઘટનાથી કોલસાનાં મોટાં પડો રચાયાં આ સમય દરમિયાન મોટા ભાગના સ્થળે રચાયેલાં પ્રડોમાં કોલસાનું નામનીશાન હોતું નથી, પરંતુ એક જ કાળે ખડકો રચાયાં હોવાને કારણે એ સર્વ ખડકો કાર્બોનિફેરસ (કોલસાયુગના) ખડકો કહેવાય છે. હિંદુસ્તાનમાં હિમાલય અને દક્ષિણની ભૂમિ વચ્ચેના સિંધ, પંજાબ, મારવાડ, મધ્યપ્રાંત, યુક્તપ્રાંત, બંગાળા, બિહાર, વગેરે પ્રદેશો એક મહાન સમુદ્રના તળ નીચે ડૂબેલા હતા. ત્યારનું હિંદુસ્તાન એટલે દક્ષિણના ઘાટવાળી ભૂમિ. એ ઉત્તરનો સમુદ્ર પૂર્વે પૅસિફિકને મળતો હતો અને પશ્ચિમે ભૂમધ્યસમુદ્રને મળીને ઍટલાંટિક મહાસાગરને મળતો હતો. આ સમુદ્રના તળની હિંદની ભૂમિ આ કાર્બોનિફેરસયુગમાં ધીમેધીમે ઊંચી આવતી હતી અને તેથી છાછરા સમુદ્ર અને મીઠાં પાણીના અને કાંપના બહોળા વિસ્તારો પેદા થયા હતા. આવા વિસ્તારોમાં કાંપ ઠરીને જે નવી ભૂમિ રચાતી તેના ઉપર ઘણે સ્થળે મોટાં જંગલો ઊગી નીકળતાં અને પાછાં ભૂમિના ઉત્પાતોને કારણે દટાઈ જઈને કોલસાની ખાણો પેદા થતી. આવી ખાણ મધ્યપ્રાંત અને બંગાળામાં મળી આવે છે.

આ કાર્બોનિફેરસયુગનો સમય ઉપર દર્શાવ્યા તેવા સતત ફેરફારો સિવાયના બીજા કોઈ ઉત્પાતો વિનાનો એકધારો ચાલ્યા કરતો હતો. આ યુગના અંતમાં જ્યાંજ્યાં કોલસાનાં પડો બંધાયાં ત્યાંત્યાંનો પ્રદેશ ફરીથી નીચે ગયો અને તેના ઉપર લાંબા કાળ સુધી ફરીથી

જળથર ખડકો રચાયા. ત્યારબાદ એમાના મોટા ભાગના પ્રદેશો ફરીથી સમુદ્રની બહાર નીકળી આવ્યા અને નવી ભૂમિની રચના થઈ. દુનિયામા જ્યાંજ્યાં કોલસાના પડો મળે છે ત્યાંત્યાંની જગાની ભૂમિ અનેક વાર સમુદ્રથી ઉપરનીચે થઈ હશે એમ ચોકસ પુરવાર થાય છે.

કાર્બોનિફેરસયુગ પૂરો થયા પછી ફરીથી ભૂમિપડ ઉપર ભારે ફેરફારો થયા અને તેથી જળ અને સ્થળની મોટા પાયા ઉપર અદલાબદલી થઈ. જમીનનાં પડો અનેક સ્થળે ઊંચાંનીચા થઈ ખેંચાઇ ગયા અને તેમાંનાં ઊંચા આવેલા પડો અને તેમની સાથેના કોલસાના ખડકો ધોવાઇ ગયા માત્ર જે પડો નીચાં ઊતર્યાં ત્યાંના કોલસાના ખડકો જળવાઈ રહ્યા. નીચાણવાળા ઘણા ભાગોમા ખારાં સરોવરો રચાયા અને તેમાં સિંધવ અને ચિરોડી (જિપ્સમ) ના ખડકો રચાયા. આ ઘટના ખાસ કરીને પરમિયન અને ટ્રાયસકાળમાં ચાલુ રહી કેટલાક રણજેવા પ્રદેશોમા રાતી માટી અને રેતીના ખડકો પણ બાઝયા. ત્યાર પછીના જ્યુરાસિક અને ક્રેટેસિયસકાળમાં જમીન-ના મોટા પડો સમુદ્રની નીચે ફરીથી ડૂબી ગયા અને તેમની ઉપર જળથર અને ખાસ કરીને ચૂનાના ખડકો બંધાયા આ કાળમાં જમીનનાં પડો સમુદ્રમા ઊંડાં ઊતર્યા હતા અને એ સમુદ્રોમાં અસંખ્ય ચૂનાના બંધારણવાળા મરતા જીવો સમુદ્રના તળમા ઠર્યા ને ચૂનાનાં મોટાં પડોની રચના થઇ. આ કાળમા અત્યારના મોટા ભાગની જમીન સમુદ્રના તળમા ડૂબી ગઇ હતી અને તેથી ઠેરઠેર ચૂનાનાં પડોની રચના થયેલી માલૂમ પડે છે. ક્રેટેસિયસકાળ પૂરો થતા એ સમુદ્રના તળ નીચેની જમીનના પડો ફરીથી સમુદ્રથી બહાર આવ્યાં. આ ઘટના બન્યા પછી એમાંના મોટા ભાગની જમીનના ધોવાણ અને ઘસારા ચાલુ થતા રહ્યા. ઘણે સ્થળે જમીનનાં પડો એટલા તો ઊંચા આવ્યાં કે તેમનાથી મહાન પર્વતોની હારમાળા રચાઈ. આલ્પ્સ અને હિમાલયના પ્રદેશ આ કાળથી ઊંચા આવવા માંડયા છે અને

એ ઘટના હજુ પણ વધતેઓછે અંશે ચાલુ છે. આ પર્વતો છેવટના કેનોઝોઇકકાળમાં જ પૂરેપૂરી ઊંચાઈ પામ્યા છે.

હવે આ જુદાજુદા કાળમાં જીવનની ઉત્ક્રાંતિની ટૂંકી હકીકત તપાસીએ. કૅમ્બ્રિયનકાલથી માંડીને સિલુરિયનકાલ સુધીમાં મુખ્યત્વે કરોડ વિનાનાં દરિયાઇ પ્રાણીઓની અનેકવિધ કોટિઓથી સમુદ્રો ભરેલા હતા. પણ હજી માછલીની ઉત્ક્રાંતિ થઈ નહોતી. સિલુરિયનકાળના અંતના ભાગમાં જ માછલીની ઉત્ક્રાંતિ સવિશેષ પ્રમાણમાં માલૂમ પડે છે, ડેવોનિયનકાળમાં આ માછલીઓએ અનેકવિધ રૂપો ધારણ કર્યાં હતાં. તે વખતે મીઠા પાણીમાં રહેનાર માછલીઓ હતી નહિ, પરંતુ આ કાળના છેવટના ભાગમાં એવી મીઠા પાણીની માછલીઓ પેદા થઇ હતી. આ કાળમાં ઘણીક માછલીઓને ફેફસાં જેવાં પ્રાથમિક અંગો પેદા થયાં અને તેથી સૂકી આબોહવામાં કાદવની અંદર દટાઇ રહી ફેફસાંથી શ્વાસ લેવાની ક્રિયાથી એ જીવન ધારણ કરી શકતી. આ કાળના અંતે સમુદ્રમાંથી બહાર નીકળી શ્વાસ લઇ જીવનારાં જળચર અને ભૂચર (દ્વિચર) પ્રાણીનો વિકાસ થયો. ડેવોનિયનકાળમાં જમીન પરની વનસ્પતિએ પણ ખૂબ વિકાસ પામી હતી. એ સમય પહેલાં જમીન ઉજ્જડ વેરાન જેવી રહેતી. આ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનો ખરો વિકાસ ત્યાર પછીના કાર્બોનિફેરસયુગના અંતમાં થયો. કાર્બોનિફેરસ યુગના અંતમાં જમીન પર પેટ ઘસડીને ચાલનાર સરીસૃપો પેદા થયાં અને તેમની જાતિઓમાં પણ સ્થળકાળનાં ફેરફારો સાથે અનેકવિધતા દાખલ થઈ.

અને પ્રચંડ બનવા લાગી ડીનેસોર પ્રકારના પ્રચંડ પ્રાણીઓ મોટે ભાગે સમુદ્ર અથવા સરોવરકિનારે પાણીમાં અગર જમીન ઉપર પડી રહીને નિરાંતે પોતાનો ખોરાક મેળવી પડી રહેતાં. આ પ્રાણીઓ ૬૦ થી ૭૦ ફૂટ ઊંચા અને એથી યે વધુ લાંબા અને પ્રચંડકાય હતા તેમનો મુખ્ય વ્યવસાય એટીની માફક પડી રહીને જોઈતા ખોરાકનું ભક્ષણ કરવું એ જ હતો અને તેમાં એમને માટે કુદરતની મહેર હતી

આ પછીના કાળમાં આ પ્રચંડકાય પ્રાણીના ભક્ષ્ય બનવામાંથી બચવા માટે નાના પ્રાણીએ સમુદ્ર છોડીને જમીન અને ઝાડ ઉપર આશ્રય લેવાની પ્રવૃત્તિ આદરી અને તેને પરિણામે આ બે કાળના અંતમાં ભૂમિ ઉપર જ રહેનારા ભૂચર પ્રાણીઓ અને હવામાં ઊડનારા પક્ષીઓની ઉત્ક્રાંતિ થઈ શરૂઆતમાં પક્ષીને આજના જેવી પાંખ ન હતી પરંતુ ચામાચીડિયાના જેવી ચામડીના ઊડવામાં મદદ કરે તેવી પાંખ જેવા અંગો હતા મેસોઝોઈકયુગનો ટ્રાયસ અને જ્યુરાસિક કાળ સ્થૂળકાય પેટે ચાલનારા પ્રાણીના સર્વશ્રેષ્ઠ વિકાસનો કાળ હતો એ યુગના અંતનો ક્રેટેસિયસયુગ એ પેટે ચાલનારા ડિનોસોર પ્રકારના પ્રાણીની પડતીનો કાળ હતો આ ક્રેટેસિયસયુગમાં પ્રાણીઓનો ઝડપી વિકાસ થવા લાગ્યો સ્થૂળકાય પ્રાણીઓની ધીમી પ્રવૃત્તિએ તેમની જાતિનો ધીમેધીમે અંત આણ્યો ક્રેટેસિયસકાળના અંત સુધીમાં બધા જ પ્રાણીઓ ઈંડા મૂકનારાં હતાં અને તેથી ભૂમી ઉપર સુરક્ષિત સ્થળ શોધીને ઈંડા મૂકનારા અગર ઝાડ ઉપર ઈંડા મૂકનારાં પ્રાણીના વર્ગની વંશવૃદ્ધિ થઈ અને છાછરા સમુદ્રમાં અથવા કિનારા ઉપર ઇંડાં મૂકનારા સ્થૂળકાય પ્રાણીનો વિનાશ ઝડપી બન્યો આખા મેસોઝોઈકકાળ દરમિયાન કેટલાંક પ્રાણીઓ ઈંડાંનો વિનાશ ન થાય તેવી શારીરિક યોજનવાળા બન્યા, પરંતુ તેમનો વિકાસ થયો નહિ શરીરની અંદર બચ્ચા સેવનારા આ પ્રાણીઓ સસ્તન પ્રાણીઓ કહેવાય છે આ પ્રાણીઓનો વિકાસ મેસોઝોઈકયુગના છેક છેવટના ક્રેટેસિયસકાળના અંતમાં જ થશે

ક્રેટેસિયસકાળના અંત પછી ભૂમિ ઉપર સસ્તન પ્રાણીઓનું પ્રભુત્વ થયું. જીવનની લડતમાં સ્વરક્ષા તેમ જ પ્રજોત્પત્તિના રક્ષણમાં સસ્તન પ્રાણીઓએ ઇંડાં મૂકનારાં પ્રાણીઓ ઉપર જીત મેળવી. આમ છતાં જમીનમાં દર કરી ઈંડાં મૂકનારાં જીવજંતુ અને બીજાં પ્રાણીનો અને ઝાડ ઉપર રહેનાર પક્ષીકોટિનો ઇંડા મૂકનારો વર્ગ સાથેસાથે થોડી હાડમારી છતાં પ્રવૃત્ત રહ્યો અને વિકાસ પામ્યો કેનોઝોઇકયુગ એ સસ્તન પ્રાણીઓનો અને ખાસ કરીને મનુષ્યના વિકાસનો યુગ છે. હજી તો પૂર્વના બધા યુગની સરખામણીમા આ યુગની શરૂઆતમાં જ આપણે છીએ, જીવનના સંગ્રામમા જુદાંજુદાં પ્રાણીઓ એકબીજાની ઉપર કેવી સરસાઈ ભોગવીને ઉત્ક્રાંતિ પામ્યાં, તેમનાં શરીરનાં અંગો સ્થળકાળ અને બીજી જરૂરિયાતને લીધે કેટકેટલાં સ્વરૂપોમાંથી પસાર થયાં, માત્ર શારીરિક પ્રવૃત્તિમાંથી કેવી રીતે પ્રાણીની બુદ્ધિશક્તિનો વિકાસ થયો અને મસ્તકમાં મગજના અંગનો વિકાસ થયો, છેવટે ચોપગાં સસ્તન પ્રાણીનો એક વર્ગ બેપગાં વાનરજેવી જાતિમાં ઉત્ક્રાંત થયો અને કાળક્રમે મગજના વિકાસથી અંતે મનુષ્યનાં અંગો ધારણ કરીને આજનો સંસ્કારી મનુષ્ય બન્યો એ કથા ખરે, અતિરસિક અને રોમાંચક છે. એ દરેક ઉત્ક્રાંતિકાળમાં જમીનની આબોહવા, તેના જળ-સ્થળના ફેરફારો અને સૌથી અગત્યની તેની ભૂમિની રસાલતાએ મહત્ત્વનો ફાળો આપ્યો છે. આજનો મનુષ્ય એ ભૂસ્તરપડોનો અભ્યાસ કરીને જમીનમાથી કોલસાની, ધાતુની, તેલની, ચૂનાની અને કીમતી પથ્થરની ખાણો શોધી કાઢે છે. એ ભૂસ્તરપડોનો અભ્યાસ કરી જમીનની ઊપલી માટીના પડમાં યોગ્ય ખેતી કરી જીવનને જરૂરી અન્નવસ્ત્રના પાક પકવે છે અને જગતના ભૂમિ-પડનો માનવજીવનના સુખસંપત્તિ માટે દરેક રીતે ઉપયોગ કરે છે.

★

પૃથ્વીનું વય

પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઈ હશે એ આપણે આગળ જોયું. પરંતુ ત્યારપછી કેટલે વર્ષે એ અત્યારની સ્થિતિને પ્રાપ્ત થઈ છે એ જાણવું પણ એટલું જ અગત્યનું છે. પૃથ્વીનો જન્મ ક્યારે થયો હશે એ વિષે અસલના જમાનામાં અનેક તર્કો ને વાદ ચાલતા હતા. સાઈસરો કહેતો કે સૃષ્ટિ એ લાખ વર્ષ ઉપર સંપ્લવમાંથી ઉત્પન્ન થઈ છે. બેબિલોનના ભવિષ્યવેત્તાઓ માનતા કે સૃષ્ટિ અને મનુષ્યની ઉત્પત્તિ એકીસાથે પાંચ લાખ વર્ષ પહેલાં થઈ હતી. ઈરાનના ઝોરાસ્ટ્રર મત પ્રમાણે પૃથ્વીનું વય ૧૨૦૦૦ વર્ષથી વધારે નથી. હિબ્રુ મત પ્રમાણે સૃષ્ટિની ઉત્પત્તિ ઈ. સ. પૂર્વે ૪૦૦૪ ના ધાર્મિક વર્ષમાં થઈ હતી. ખ્રિસ્તી મત પ્રમાણે પૃથ્વીની રચના અને મનુષ્યની ઉત્પત્તિ એક અઠવાડિયામાં પ્રભુએ પૂરી કરી હતી. હિન્દુસ્તાનના તત્ત્વજ્ઞો એમ માનતા હતા કે જગત અને બ્રહ્મ માયારૂપ છે અને યુગેયુગે નાશ પામીને પાછાં ફરી સરજાય છે. દરેક મહાયુગ (સત્ય દ્વાપર, ત્રેતા અને કલિ) પછી પૃથ્વી ઉપર પ્રલય થાય છે અને ત્યારપછીના અનન્ત કાળની શૂન્યતામાંથી સૃષ્ટિની ઉત્પત્તિ થાય છે. આ રીતે કોઈ પણ બે ધર્મો પૃથ્વીના ઉત્પત્તિકાળ વિષે એકમત થતા નથી, છતાં હિંદુમત પ્રમાણે પૃથ્વી અનાદિકાળથી સર્જાઈ છે એ તો સ્પષ્ટ જ છે.

પૃથ્વીના વય વિષે વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ પ્રમાણે સંશોધન શરૂ થયું તે પહેલાં એના વયની સંખ્યા થોડાક હજારથી લાખો વર્ષની હોય એમ અનેક મતો ઉપરથી માલૂમ પડતું હતું. એ સર્વ મતોની પાછળ ધાર્મિક માન્યતા કે પછી બુદ્ધિમાન મનુષ્યોની મનસ્વી કલ્પનાનું બળ રહેલું હતું. વિજ્ઞાનની પ્રવૃત્તિ સાથે ઘણાને એમ લાગ્યું કે એ સર્વ કલ્પનામાં કંઈ યે તથ્ય નથી અને પૃથ્વીના વયની કલ્પના વૈજ્ઞાનિક

આધારે થવી જોઈએ. પૃથ્વીના સંપૂર્ણ ઇતિહાસની ખબર ન હોવા છતાં કેટલાએક અગત્યના અને માર્ગદર્શક બનાવો સંબંધી આપણે સારી બાતમી મેળવી શકીએ એમ છે. પૃથ્વી ઘનરૂપમાં ક્યારે આવી, તે આ ઘનરૂપમાં આવ્યા પછી હવા અને પાણીની વાસ્તવિક પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત થયા પછી નવા સ્તર અને પાષાણ ક્યારે બંધાવા લાગ્યા, ત્યારપછી પ્રાણીની જિંદગીની શરૂઆત ક્યારે થઈ: આ અને આવા બીજા અગત્યના બનાવો ક્યારે બન્યા તેનો નિર્ણય થાય તો પૃથ્વીની ઉમ્મરનો નિર્ણય કર્યો એમ કહી શકાય. આ સર્વ રીતોમાં કાળના નિર્ણય માટેનો સમય કરોડો અને અબજો વર્ષનો ગણવો પડશે. આથી બહુ આશ્ચર્ય પામવાનું નથી. મનુષ્યના ઈતિહાસમાં ઘણોખરો હિસાબ સૈકા અને સહસ્રોથી થાય છે, પરંતુ મનુષ્યનાં સો વર્ષના આયુષ્યના પ્રમાણમાં શાશ્વત ગણાતાં પેલાં પૃથ્વી, સૂર્ય ને ચંદ્ર જેવી વિરાટ વિભૂતિઓના વયની લાખો અને કરોડો વર્ષમાં ગણના થાય એ સ્વાભાવિક છે. આ રીતે વયની કલ્પના કરવામાં અનેક પ્રયત્નો થયા છે, પરંતુ એ સર્વ ગણતરીમા પણ કરોડો વર્ષનો તફાવત પડે છે. વળી એ ગણતરી વારંવાર વધુ મજબૂત પુરાવા ઉપરથી ફરીફરી કરવામાં આવે છે. આ સર્વ ગણતરીમાં ઘણું તથ્ય છે એમ જરૂર આપણને લાગશે.

ઠંડી પડેલી પૃથ્વી ઉપર વરસાદની શરૂઆત થઈ ત્યારથી જમીનનાં પડો ધોવાતાં જાય છે, અને દર વર્ષે માટી અને પથ્થરનો અબજો ટન જથ્થો સમુદ્રની અંદર ઘસડાઈ જાય છે. એ પાણીમાં દ્રાવણ અને ક્ષારો પણ સમુદ્રમાં જઈને ભળે છે. એમાંથી ઘણાખરા ક્ષારોનું રૂપાન્તર થાય છે. કેટલાક ક્ષારોને સમુદ્રનાં પ્રાણીઓ પોતાના આહારમાં લે છે, પરંતુ સાદું મીઠું જેમ ને તેમ રહે છે જ. એટલે અગસ્ત્યમુનિએ સમુદ્ર ખારો કર્યો એ કલ્પના જવા દઇએ તો પણ પ્રત્યેક વર્ષે જમીનની સપાટી ઉપરથી ઘસડાતા મીઠા વડે જ સમુદ્ર ખારો થયો હશે એમ માની શકાય છે. સને ૧૭૧૫ માં જૉલી નામના ભૂસ્તરશાસ્ત્રીએ

સમુદ્રની ખારાશ ઉપરથી પૃથ્વીના વયની ગણતરી કરી હતી. જમીનની સપાટી ઉપરથી દર વર્ષે કેટલું મીઠું સમુદ્રમાં ઘસડાઈ જાય છે એની ગણતરી થાય અને સમુદ્રમાં રહેલા કુલ મીઠાનું માપ નીકળે તો જરૂર પૃથ્વીના વયના આશરામાં એક મહત્ત્વનો ભાગ જાણવા મળે. આ ગણતરી ચોક્કસ રીતે થાય એ માટે અનેક ઠેકાણે જઈને સમુદ્રનાં પાણીનાં, નદીઓનાં, વહેતાં પૂરનાં અને જમીનની ખારાશનાં પરિમાણો નિયત કર્યાં હતાં. એ સર્વની સરેરાશ કાઢીને છેવટની ગણતરી કરવામાં આવી હતી. નીચે દર્શાવેલા કોઠામાં એ ગણતરી સ્પષ્ટ જણાશે :

સમુદ્રના પાણીનો જથ્થો.........	૧૧૭૮૦૦૦૦ અબજ ટન
સમુદ્રના પાણીમાં મીઠાનું પ્રમાણ...................	૧૦૮ ટકા
સમુદ્રમાં ઓગળેલા મીઠાનું વજન	૧૨૬૦૦૦૦૦ અબજ ટન
દર વર્ષે જમીન ઉપરથી ઘસડાઈ ઉમેરાતા મીઠાનું વજન....................	૧૫૬ કરોડ ટન
સમગ્ર મીઠાને ભેગાં થતાં લાગેલો વખત	૮૧૦૦૦૦૦૦ વર્ષ

આ ઉપરથી એમ લાગે છે કે સમુદ્રની ઉત્પત્તિનો સમય ૮૧૦ લાખ વર્ષ પહેલાંનો હોવો જોઈએ. આમ છતાં આ ગણતરીમાં ભૂલ હોવાનો સંભવ છે. દાખલા તરીકે, (૧) દર વર્ષે સમુદ્રમાં ઉમેરાતા મીઠાનું પ્રમાણ ૮ કરોડ વર્ષ સુધી એકસરખું કાયમ રહ્યું હશે કે કેમ? (૨) ઉત્પત્તિવેળા સમુદ્ર ખારો હતો કે મીઠો? ૩) ઘણીવાર સમુદ્રમાં ફાટતા જ્વાળામુખીદ્વારા મીઠાનો ઉમેરો થયો કે કેમ? (૪) રાસાયણિક ક્રિયાથી મીઠું ઉત્પન્ન થયું કે કેમ? (૫) પૃથ્વીની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ એ ને એ જ રહ્યું હશે કે કેમ? વગેરે વગેરે પ્રશ્નો ઉદ્ભવે છે. આવી રીતના અનેક આધારો લક્ષમાં લેતાં એમ માલૂમ પડ્યું છે કે કંઈ નહીં તો દર વર્ષે ઓછામાં ઓછું ૩૩૦

લાખ ટન મીઠું સમુદ્રમાં ભળી જતું હશે. એ આધારે સમુદ્રનું જીવન ૮ કરોડ વર્ષને બદલે ૩૩ કરોડ વર્ષનું ગણી શકાય. હવે જો વરાળરૂપે રહેલું પાણી ઠરી જઈને સમુદ્ર ઉત્પન્ન થાય એટલી ઠંડી સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરવામાં પૃથ્વીને કેટલો સમય લાગ્યો એ શોધાય તો પૃથ્વીના વયનો આશરો જરૂર નીકળી શકે.

આ ઉપરાંત વૈજ્ઞાનિકોને પૃથ્વીનો જન્મકાળ શોધવા માટે ભૂસ્તર-વિદ્યાનું મહાન શસ્ત્ર હાથ લાગ્યું છે. ભૂગર્ભનાં પડ તપાસતાં જગતનું ઘડિયાળ પોતાનો ઇતિહાસ ખુલ્લો કરે છે. ઝાડને કાપતાં તેના ભીતરના પડની ગણતરી કરતા ઝાડની ઉમ્મર શોધી કઢાય તેમ પૃથ્વીના સ્તર ઉકેલતાં તેના ઉમ્મર અને ઇતિહાસ ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓને સમજાય છે. જમીનના સ્તરોના મુખ્ય ચાર વિભાગ છે: પ્રથમ સ્તરની જાડાઇ ૧૮૦૦૦૦ ફૂટ છે અને ત્યાર પછીના ત્રણ સ્તરોની અનુક્રમે જાડાઇ ૧૮૬૦૦૦ ફૂટ, ૬૧૦૦૦ ફૂટ અને ૭૨૦૦૦ ફૂટ છે. દર હજાર વર્ષે એક ફૂટનું પડ બંધાય એમ સાધારણ રીતે ધારવામાં આવે તો એ પ્રમાણે પૃથ્વીનું વય (સ્તર બાંધવાની શરૂઆત થઈ એ સમય સુધીનું) ૫૦ કરોડ વર્ષનું આવે; કેટલીક બીજી અસમાનતાને લઇને સ્તર બંધાવાનો પ્રકાર એકસરખી ઝડપે નહીં ચાલ્યો હોય; એથી આશરે વધુમા વધુ ૨૧૯ કરોડ વર્ષનો સમય પણ વીત્યો હોય તો નવાઈ નહીં. એટલે આપણે સ્વાભાવિક રીતે આશરો કાઢીએ કે ભૂસ્તરપડો બંધાતા કંઈ નહીં તો ૫૦ થી ૨૧૦ કરોડ વર્ષ લાગ્યા હશે.

૫૦ થા ૬૦ વર્ષ અગાઉ જળ અને જીવ વિનાની ઉષ્ણ પૃથ્વીને ઠંડી પડતાંપડતા કેટલો વખત લાગ્યો એની ગણતરી લૉર્ડ કેલ્વીને કરી. એના સિદ્ધાન્તો ભૌતિકશાસ્ત્ર ઉપર આધાર રાખતા હતા. પૃથ્વીને ઠંડી પડતાં અને હાલની સ્થિતિમાં આવતાં ૪ કરોડથી વધુ વર્ષ નથી થયાં એવી એની ગણતરી હતી.

આ સમય અને ઉપર દર્શાવેલો ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓનો સમય એ બેમાં અત્યંત ફેર છે. ઘણા તો એમ માનતા હતા કે લૉર્ડ કેલ્વીનની ગણતરીમાં કંઇક પણ ભૂલ હોવી જોઇએ. આ બાબતમાં ઘણા વિવાદો ચાલ્યા અને છેવટે એમ પુરવાર થયું કે લૉર્ડ કેલ્વીનની ગણતરી ભૂલભરેલી છે અને ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓનો આશરો વધુ પાયાવાળો છે એ આશાવાદ ખરો ઠર્યો.

એ ઊપરાંત આકર્ષણવાદ ઉપરથી પણ પૃથ્વીનું વય અમુક હદ સુધીમાં નિયત થઈ શકે. એ વાદના સિદ્ધાન્ત પ્રમાણે એમ માલૂમ પડે છે કે સર્વ ગ્રહો સૂર્યમાંથી છૂટા પડયા ત્યારે મોટી કક્ષામાં ફરતા હશે અને જેમજેમ એ ઠંડા પડીને પોતપોતાનાં કદમાં સંકોચાતા ગયા તેમતેમ તેમની કક્ષા નાની થતી ગઈ છે. ખાસ કરીને વાયુની ઘનતા અને હાલની કક્ષા એ બન્ને ઉપરથી એ ગ્રહની ઊમ્મર શોધી શકાય છે. આવી રીતે દરેક ગ્રહની હાલની કક્ષા અને તેના વાયુની ઘનતા ઉપરથી તેની ઉત્પત્તિનો સમય શોધતાં દરેક ગ્રહની ઊમ્મર લગભગ સરખી જ આવે છે. આશરે ૧૦૦થી ૫૦૦ કરોડ વર્ષ પહેલાં સર્વ ગ્રહોની ઉત્પત્તિ થઈ હશે એમ લાગે છે. આ સિદ્ધાન્તને આધારે પૃથ્વીનો જન્મકાળ વધુ ચોકસાઇથી નિયત થયેલો ગણી શકાય, કારણ કે એમાં વર્ષોની ગણતરી સૂર્યથી પૃથ્વી છૂટી પડવાની શરૂઆતથી જ થાય છે, જ્યારે બીજી ગણતરીમાં અમુક કાળ સુધીની જ ગણના થાય છે. ચંદ્રના આકર્ષણને લઇને સમુદ્રનાં પાણી હમેશાં તે દિશામાં ઊપસેલાં રહે છે. એટલે પરિણામે પૃથ્વીની ચક્રગતિ ધીમી પડતી જાય છે. આથી કરીને ચંદ્ર પૃથ્વીથી દૂર ને દૂર સરતો જાય છે. જો આપણે એમ ધારીએ કે ચંદ્ર પૃથ્વીથી વાયુરૂપ સ્થિતિવખતે છૂટો પડી ક્રમશઃ દૂર ગયો હશે તો અત્યારની કક્ષામાં આવતાં કેટલો સમય ગયો એ તારવી શકાય. આ ગણતરી પ્રમાણે એ સમય પણ ૫૦૦ કરોડ વર્ષની અંદર આવે છે. આમાં પણ ચંદ્ર ઉત્પન્ન થયા પહેલાં કેટલો સમય ગયો હશે એ કલ્પવું

મુશ્કેલ છે.

આગળ બતાવ્યું તેમ ગ્રહોની ઉત્પત્તિનું મુખ્ય કારણ બે સૂર્યો એકબીજાથી અતિનિકટ આવ્યા એ જ છે. આવો બનાવ તારાની સંખ્યા જ્યાં ઘણી ઘીચ હોય ત્યાં વધુ બનવાજોગ છે. સૂર્ય પોતાના ગ્રહમંડળ સાથે ત્વરિત ગતિએ મુસાફરી કરી રહ્યો છે. એ તારામંડળના મધ્યમાં તારાની ઘનતા ઘણી છે એટલે સૂર્ય ત્યાં જ બીજા કોઈ તારાની અડફટમાં આવ્યો હોય એ વધુ બનવાજોગ છે. એ ઘનતાવાળા પ્રદેશમાંથી હાલના પ્રદેશમાં આવતાં સૂર્યને કેટલાં વર્ષ લાગ્યાં હશે એ નક્કી થાય તો ગ્રહોનો ઉત્પત્તિકાળ આશરે મળી આવે. એ આધારે પણ પૃથ્વીનું વય ૨૦૦ થી ૩૦૦ કરોડ વર્ષની વચ્ચે આવે છે.

સૌથી શ્રેષ્ઠ ઉમ્મરગણતરીની રીત રેડીઅમ અને એ જ જાતની બીજી ધાતુના આધારે મળી છે. બેકરેલ નામના વૈજ્ઞાનિકે યુરેનિયમ થેરીઅમ નામની સ્વયંવિભાજી ધાતુની શોધ કરી. એનાં પરમાણુ સતત ભાગીને એ ધાતુનું અને એવી બીજી ધાતુનું વિઘટન થયા કરે છે, અને અંતે એ ધાતુઓ સીસાના પરમાણુમાં રૂપાન્તર પામીને અક્રિય બને છે. દાખલા તરીકે, થેરીઅમનાં પરમાણુ અમુક સંખ્યામાં દર સેકંડે ભાગ્યા કરે છે. આ વિક્રિયા બહુ જ નિયમિત રીતે સતત ચાલુ રહેવાથી કાળાન્તરે થેરીઅમ ધાતુના સર્વ પરમાણુ સીસામાં રૂપાન્તર પામે છે. ૭૪૦ કરોડ ગ્રામ યુરેનીઅમ (એ જાતની બીજી સ્વયંવિભાજી ધાતુ) હોય તો દર વર્ષે એમાંથી એક ગ્રામ-સીસું બને છે. સાધારણ ઉપયોગમાં આવતા સીસુંથી આ જાતનું સીસું જુદા ગુણધર્મોવાળું હોવાથી એક ખડકમાં સ્વયંવિભાજી તત્ત્વોમાંથી કેટલું સીસું ઉત્પન્ન થયું છે એ સહેલાઈથી શોધી કઢાય છે. કેટલાક પરિસ્થિતિના ફેરફારોને ધ્યાનમાં લેતાં પૃથ્વી ઉપરના જુદાજુદા ખડકોમાં સ્વયંવિભાજી તત્ત્વોમાંથી કેટલું સીસું ઉત્પન્ન થયું છે એનું પ્રમાણ કાઢીએ તો એને ભેગાં થતાં કેટલો

સમય વીત્યો એ સહેલાઇથી ગણી શકાય આશ્ચર્યની વાત તો એ છે કે પૃથ્વીની સપાટી ઉપર અનેક જગાએ મળી આવતા સ્વય વિભાજ્ય તત્ત્વોની સાથે ભેગા થયેલા સીસુ ઉપરથી કરેલી પૃથ્વીના વયની ગણતરી લગભગ સરખીજ આવે છે સહજ વિસ્તૃત અર્થમાં એ ગણતરી લેતા પૃથ્વીનુ વય ૧૨૦ થી ૫૦૦ કરોડ વર્ષની વચ્ચે ગણી શકાય

પૃથ્વી ઉપર હાલ વસતાં પ્રાણીઓ પૃથ્વીના સ્તરોમાંથી મળી આવતા પ્રાચીન પ્રાણીઓના અવશેષો કરતા જુદા પ્રકારના છે, છતા તેમનામા મળી આવતા રૂપ અને વર્તનમા સાદૃશ્યને લીધે તેમની ઉત્ક્રાન્તિના ઇતિહાસ સબધી માહિતી મળી શકે છે એક કુદરતી નિયમ પ્રમાણે પ્રાણીઓની પ્રત્યેક જાતિની સખ્યામા બેહદ વધારો થઇ શકતો નથી દાખલા તરીકે, એક જ સ્થળે પ્રાણીઓની એક કરતા વધારે જાત થાય તો આખરે તેઓમા લડાઇ થાય ને સૌથી સરસાઇ ભોગવતી જાત જીવતી રહે છે આ જીવતા રહેનાર પ્રાણી કઈ હમેશા વધારે મજબૂત અને નિર્દય હોય છે તેમ હોતુ નથી આ પ્રમાણે એક જ જાતિમા બીજા પ્રાણીઓ કરતા જીવવાને માટે સર્વથી વધારે લાયક હોય તે જ પ્રાણી આખરે જીવી શકે છે આ લાયકાત મેળવવાને કેટલીએક વખતે પ્રાણીઓને પોતાના રૂપમા અને શરીરમાં ફેરફાર કરવા પડે છે આ ફેરફાર કરવાની જરૂરિયાતને લીધે જ એ જાતમાથી અનેક જુદીજુદી પ્રાણીઓ ઉત્ક્રાન્ત થાય છે હવે આ કુદરતની ઉત્ક્રાન્તિ એટલી બધી તો ધીમી હોય છે કે મનુષ્ય હજારો વર્ષ સુધી પૃથ્વી ઉપર રહ્યા છતા પણ પોતાની નજીકનાં પ્રાણીઓમા થતા આવા ફેરફાર જોઇ શકતો નથી અને અલબત મનુષ્ય પોતાની મરજીથી જુદીજુદી જાતની વનસ્પતિ ને પ્રાણીઓનો સકર કરીને નવી જાતિઓ બનાવી શકે છે પરતુ તે કુદરતી નહિ પણ કૃત્રિમ છે કુદરતી ફેરફાર ધીમા હોવાથી સઘળા પ્રાણીઓની ઉત્ક્રાન્તિ માટે દીર્ઘ સમય જોઇએ પ્રાથમિક પૃથ્વીમા પ્રાણીઓની પ્રથમ ઉત્પત્તિના સમયનો નિર્ણય કરવાને

આપણી પાસે પૂરતી સામગ્રી નથી, કારણ કે આ ફેરફારો કેટલી ઝડપથી થાય છે તે આપણે જાણતા નથી. છતાં આ સમયને ઓછામાં ઓછાં આશરે ત્રણ કરોડ વર્ષ અને વધારેમાં વધારે આશરે ત્રીસ કરોડ વર્ષ થયાં હશે. દાખલા તરીકે, મનુષ્યના હાથનાં ઘણાં જ પ્રાચીન હથિયારોના અવશેષો વગેરેની શોધ ઉપરથી એમ કહેવાય છે કે હાલના મનુષ્યને મળતું આવતું એક પ્રાણી આશરે ૭ લાખ વર્ષ ઉપર પૂંછડી વગરનાં વાંદરાંની સાથે રમતું હશે. પોતાની આસપાસનાં પ્રાણીઓ ઉપર પોતાની સરસાઈ દેખાડવા અને તે અમલમાં મૂકવા માટે પહેલાં તો તેનામાં "મગજ" ઉત્પન્ન કરવાની તૈયારી થઈ હશે. હજારો વર્ષો સુધી આવી પ્રગતિ પછી મગજ રાખવાની ખોપરી મજબૂત થઈ હશે. ત્યાર પછી બીજાં પ્રાણીઓથી પોતાની રક્ષા કરવાને માટે ગુફાઓ બનાવવાને, પથ્થરો ફેંકવાને અને લાકડી ફેરવવાને માટે જરૂરી હાથના પ્રકારમાં ફેરફાર થવાને હજારો વર્ષ લાગ્યાં હશે. આવા ઘણા પ્રયત્નો પછી લાંબા કાળે મનુષ્યને હાલનું સ્વરૂપ પ્રાપ્ત થયું હશે. જેમજેમ મનુષ્યની અક્કલ વધતી ગઈ તેમતેમ તેના નખ અને દાંત વડે કામ કરવાનું છોડી દઈ તેણે હથિયારો બનાવવા માંડયાં આ હથિયાર પહેલાં પથ્થરનાં હતાં, અને પછી કાંસા અને લોખંડનાં થયાં. મનુષ્યનાં બનાવેલાં સર્વથી પ્રાચીન પથ્થરનાં હથિઆરો આશરે દોઢ લાખ વર્ષ પહેલાના જમીનના સ્તરોમાથી મળી આવે છે. તે સમયથી મનુષ્યને હાલનું રૂપ પ્રાપ્ત થયું હશે, કારણ કે ત્યારપછી તેના રૂપ અને શરીરમાં ખાસ ફેરફાર થયો હોય એમ લાગતું નથી. તે સમયે તેને અગ્નિ કેવી રીતે સળગાવવો એ, અથવા તો પોતાના હાવભાવ અને વિચારો કેવી રીતે દર્શાવવા એ સંબંધી ભાષાજ્ઞાન ઘણું કરીને ન હતું. છતા આશરે દોઢ લાખ વર્ષોથી મનુષ્યના બાહ્ય સ્વરૂપમાં બહુ ફેરફાર થયો નથી, તો પણ તેની માનસિક અને આધ્યાત્મિક શક્તિનો વિકાસ સતત ચાલુ રહ્યો છે. પ્રાણીઓની ઉત્ક્રાન્તિ વિષે આ બધી

ઉપલબ્ધ માહિતી ઉપરથી એમ અનુમાન થઈ શકે છે કે પૃથ્વી ઉપર પ્રાણીઓનાં પ્રથમ પગલાં આશરે ત્રણ કરોડ વર્ષ ઉપર થયાં હશે અને મનુષ્ય આશરે ૭ લાખ વર્ષ પહેલાં પોતાના અપૂર્ણ સ્વરૂપમાં ઉત્ક્રાન્ત થયો હશે.

ઉપરના સર્વ સિદ્ધાન્તોની તારવણી કાઢીને પૃથ્વીના વયનો આશરો નીચેના કોઠામાં આપ્યો છે, જેથી એકબીજા સિદ્ધાંતોથી કરેલી ગણતરીમાં કેટલો ફેર આવે છે એ સહેજે દેખાઈ આવશે :

	પૃથ્વીની ઉમ્મર (કરોડ વર્ષમાં)
૧ ગ્રહની કક્ષા ઉપરથી ..	...૧૦૦ થી ૫૦૦
૨ ચંદ્રની કક્ષા ઉપરથી ...	...૫૦૦થી ઓછી
૩ સૂર્યને તારામંડળના મધ્યમાંથી હાલની જગાએ આવતાં લાગેલા વખત ઉપરથી	૨૦૦ થી ૩૦૦
૪ સ્વયંવિભાજી તત્ત્વોના આધારે...	...૧૨૦ થી ૫૦૦
૫ સમુદ્રમાં ભેગાં થયેલાં મીઠા અને ઉષ્ણતા ઓછી થવાની ગણતરી ઉપરથી	... ... ૧૫૦
૬ ભૂસ્તરપડોની જાડાઇ ઉપરથી ...	૫૦ થી ૨૧૦
૭ ડાર્વિનના ઉત્ક્રાન્તિવાદ ઉપરથી ...	૧૪૦
૮ મનુષ્યનો ઉત્પત્તિકાળ ...	... ૬ લાખ વર્ષ
૯ પ્રાણીનો ,, ...	... ૩ કરોડ વર્ષ

ઉપરનાં સર્વ પ્રમાણો ઉપરથી કાઢેલી પૃથ્વીની ઊમ્મરનો આશરો ૧૦૦ થી ૫૦૦ કરોડ વર્ષનો થાય છે, એટલે સ્વાભાવિક રીતે કોઈને આશ્ચર્ય થાય કે આટલા વિશાળ ગાળામાં કરેલા આશરાનો અર્થ શો ? પરંતુ જ્યારે પૃથ્વીની ઊમ્મર વિશ્વના અસ્તિત્વ સાથે સરખાવવામાં આવે ત્યારે એ આશરો ઘણો સારો લેખી શકાય

છે. વિશ્વની ઉમ્મર આશરે ૧૦૦૦૦૦ કરોડ વર્ષની મનાય છે, ત્યાં ૧૦૦ થી ૫૦૦ કરોડનો આશરો ઘણો જ સારો ગણી શકાય. આથી એમ કહેવાનો આશય નથી કે ભવિષ્યમાં વધુ નિશ્ચિત રીતે પૃથ્વીની ઉમ્મર ન કલ્પી શકાય.

પૃથ્વીની ઉમ્મરના પ્રમાણમાં મનુષ્યના જીવનનો, એના સંસ્કૃતિકાળનો, એના ઇતિહાસોનો અને એનાં મહારાજ્યોનો સમય મહાસાગરના પાણીના એક બિન્દુ સમાન જ ગણી શકાય. પૃથ્વીના સમગ્ર જીવનમાં માનવજાતનો અસ્તિત્વકાળ પણ એટલો જ નાનો સમય ભોગવશે એમ લાગે છે. પૃથ્વીનું ઉષ્ણ જીવન અને શીત જીવન પણ એટલું લાંબું ગણાય છે કે તેમાંનો પ્રાણીજીવનનો મુખ્ય-કાળ એક પળ સમાન જ છે.



ઉપલબ્ધ માહિતી ઉપરથી એમ અનુમાન થઈ શકે છે કે પૃથ્વી ઉપર પ્રાણીઓનાં પ્રથમ પગલાં આશરે ત્રણ કરોડ વર્ષ ઉપર થયાં હશે અને મનુષ્ય આશરે ૭ લાખ વર્ષ પહેલાં પોતાના અપૂર્ણ સ્વરૂપમાં ઉત્ક્રાન્ત થયો હશે.

ઉપરના સર્વ સિદ્ધાન્તોની તારવણી કાઢીને પૃથ્વીના વયનો આશરો નીચેના કોઠામાં આપ્યો છે, જેથી એકબીજા સિદ્ધાંતોથી કરેલી ગણતરીમાં કેટલો ફેર આવે છે એ સહેજે દેખાઈ આવશે :

	પૃથ્વીની ઊમ્મર (કરોડ વર્ષમાં)
૧ ગ્રહની કક્ષા ઉપરથી	.. ...૧૦૦ થી ૫૦૦
૨ ચંદ્રની કક્ષા ઉપરથી	... ...૫૦૦થી ઓછી
૩ સૂર્યને તારામંડળના મધ્યમાંથી હાલની જગાએ આવતાં લાગેલા વખત ઉપરથી	૨૦૦ થી ૩૦૦
૪ સ્વયંવિભાજી તત્ત્વોના આધારે...	...૧૨૦ થી ૫૦૦
૫ સમુદ્રમાં ભેગાં થયેલાં મીઠા અને ઉષ્ણતા ઓછી થવાની ગણતરી ઉપરથી	... ... ૧૫૦
૬ ભૂસ્તરપડોની જાડાઇ ઉપરથી	... ૫૦ થી ૨૧૦
૭ ડાર્વિનના ઉત્ક્રાન્તિવાદ ઉપરથી	... ૧૪૦
૮ મનુષ્યનો ઉત્પત્તિકાળ	... ... ૬ લાખ વર્ષ
૯ પ્રાણીનો ,,	... ... ૩ કરોડ વર્ષ

ઉપરનાં સર્વ પ્રમાણો ઉપરથી કાઢેલી પૃથ્વીની ઊમ્મરનો આશરો ૧૦૦ થી ૫૦૦ કરોડ વર્ષનો થાય છે, એટલે સ્વાભાવિક રીતે કોઈને આશ્ચર્ય થાય કે આટલા વિશાળ ગાળામાં કરેલા આશરાનો અર્થ શો ? પરંતુ જ્યારે પૃથ્વીની ઊમ્મર વિશ્વના અસ્તિત્વ સાથે સરખાવવામાં આવે ત્યારે એ આશરો ઘણો સારો લેખી શકાય

છે. વિશ્વની ઉમ્મર આશરે ૧૦૦૦૦૦ કરોડ વર્ષની ગણાય છે, ત્યાં ૧૦૦ થી ૫૦૦ કરોડનો આશરો ઘણો જ સારો ગણી શકાય. આથી એમ કહેવાનો આશય નથી કે ભવિષ્યમાં વધુ નિશ્ચિત રીતે પૃથ્વીની ઉમ્મર ન કલ્પી શકાય.

પૃથ્વીની ઉમ્મરના પ્રમાણમાં મનુષ્યના જીવનનો, એના સંસ્કૃતિ-કાળનો, એના ઇતિહાસોનો અને એનાં મહારાજ્યોનો સમય મહાસાગરના પાણીના એક બિન્દુ સમાન જ ગણી શકાય. પૃથ્વીના સમગ્ર જીવનમાં માનવજાતનો અસ્તિત્વકાળ પણ એટલો જ નાનો સમય ભોગવશે એમ લાગે છે. પૃથ્વીનું ઉષ્ણ જીવન અને શીત જીવન પણ એટલું લાંબું ગણાય છે કે તેમાંનો પ્રાણીજીવનનો મધ્ય-કાળ એક પળ સમાન જ છે.



પૃથ્વીનું ભવિષ્ય

વિશ્વના ક્રમ ઉત્ક્રાન્તિમય છે. જે વસ્તુ સ્થૂલ દેખાય છે તેમાં પણ અનેક જાતની ઉત્ક્રાન્તિ ચાલ્યા જ કરે છે અને સ્થિતિનું હમેશ પરિવર્તન થયા કરે છે. એ જ રીતે પૃથ્વીના પટ ઉપર થતા પરિવર્તનની કંઈક સમીક્ષા આગળ કરી ગયા છીએ એટલે હવે એ ફેરફારો ભવિષ્યમાં પૃથ્વીને કઈ પરિસ્થિતિમાં લઇ જાય છે એ જાણવું આવશ્યક છે. સ્થિર અને ચંચળ ગણાતી પૃથ્વીની સપાટી આપણને હવે અસ્થિર અને અચળ લાગે છે. કાળેકાળે ઊંચાંનીચાં થતાં પૃથ્વીનાં પડ, જ્વાળામુખીઓ અને ધરતીકંપોએ પૃથ્વીની અચળતા વિષેની શ્રદ્ધા ઊડાવી દીધી છે. વળી જ્યારે અવકાશમાં દૃષ્ટિપાત કરીએ છીએ ત્યારે પણ કેટલાક અકસ્માતના ભય ધ્યાનમાં આવે છે. સમય જતો જાય છે તેમ વારંવાર થતાં પરિવર્તનના ક્રમો અને બીજા અકસ્માતોથી પૃથ્વીનો અગર એના ઉપર રહેલી સૃષ્ટિનો મોડોવહેલો વિનાશ સરજાયેલો જ છે એમ જણાય છે. હિન્દુમત પ્રમાણે વિશ્વ માયારૂપ છે અને પાણીના પરપોટા માફક કાળેકાળે જન્મ લઈ વિનષ્ટ થાય છે. આજે વિજ્ઞાન પણ એવી વાતોમાં સૂર પૂરે છે.

જગતમાં ચેતન અને સ્થૂલ એવા બે વિભાગ પાડી શકાય છે. એમાં ચેતન ઉપર કાળની અસર જલદી થાય છે અને જોતજોતામાં એનું રૂપાન્તર થઈ અદૃશ્ય થાય છે. વનસ્પતિ પણ એ જ વિભાગમાં આવે છે. આપણે જોઈએ છીએ કે ચોમાસામાં અનેક જાતની વનસ્પતિ, ઘાસ, વગેરે એકાએક ઊગી નીકળે છે અને ચારપાંચ માસનું નાનુંસરખું આયુષ્ય ભોગવી અદૃશ્ય થાય છે. એ જ રીતે નાનાનાના અસંખ્ય જાતના જંતુ પણ એટલા ચાર માસમાં ઉદ્‌ભવે છે; એટલું જ નહીં પરંતુ એટલા કાળમાં તો એની બેત્રણ પેઢી જન્મીને નાશ પામે છે. પ્રાણીમાત્ર એ

પ્રમાણે વત્તાઓછા કાળનું જીવન ગાળી મૃત્યુ પામે છે. જુદીજુદી જાતનાં પ્રાણીઓનાં આયુષ્યની ચાવી ઘડિયાળ માફક કોઈક કાળે ખલાસ થઇ જનારી છે. મનુષ્યના જીવનના ઘડિયાળની ચાવી પણ વધુમાં વધુ ૧૦૦ કે ૧૨૫ વર્ષો સુધી જ ચાલી શકે છે. પરંતુ એટલો પૂર્ણ કાળ જીવન ગાળનારાં મનુષ્યો તો ગણ્યાંગાંઠયાં જ હોય છે. વળી મનુષ્યનાં ઘાતક સાધનો પણ સંસ્કૃતિના ઉદયની સાથે વધતાં જાય છે. આવી જ રીતે પૃથ્વીને પણ વિશ્વમાં વિહરતાંવિહરતાં અનેક અકસ્માતો નડવાનો સંભવ છે, અને એ પૂર્ણ આયુષ્ય ભોગવી કુદરતી મૃત્યુ પામે તે પહેલા જ એનો વિનાશ થઈ જાય એ તદ્દન બનવા જોગ છે. એક દિન એવો તો આવશે જ અને ત્યારે પૃથ્વી સમગ્ર અથવા એની સર્વ સંસ્કૃતિ અને સમૃદ્ધિ સદાને માટે એના પટ ઉપરથી અદૃશ્ય થઈ જશે. કાળ અનન્ત છે. તેને સીમા નથી. પૃથ્વીના વયને સીમા છે. એટલે આ કાળનાં અક્ષય પડોને ભેદતાં કોઈ દિન એનો અંત જરૂર આવશે. જો અંત આવવાનો જ હોય તો કયો ભય વધુ ઝઝૂમે છે એ સ્વાભાવિક પ્રશ્ન થાય છે. અકસ્માતે ઉત્પન્ન થયેલી પૃથ્વીનો અકસ્માતે જ કાં અંત ન આવે?

અવકાશમાં ગતિ કરતા સૂર્યના ફરતા અનેક ગ્રહો જુદેજુદે અંતરે ગોળ ફરતા રહે છે અને એક બીજાના માર્ગમાં આવતા નથી. પરંતુ કોઈક વાર ધૂમકેતુ અવકાશમાંથી સૂર્યના પ્રચંડ આકર્ષણ-બળથી ખેંચાઈ આવી, સૂર્યની ઘણી જ સમીપ આવી પ્રદક્ષિણા કરી જાય છે, અને બન્ને વાર દરેક ગ્રહની કક્ષાને છેદીને ચાલ્યો જાય છે. આથી અનેક કાળથી ધૂમકેતુ તરફ મનુષ્ય આશંકાથી જોઈ રહ્યો છે. એના હૃદયમા ધૂમકેતુને જોતાં જ ભયસંચાર થાય છે. અનંત અવકાશમાંથી ‘અવિરત ગતિથી દોડી આવતો ધૂમકેતુ સૂર્યની સમીપ પહોંચતાં અત્યંત વેગવાળો થાય છે. એ ગતિથી જ એની વાયુમય પૂંછડી અસ્તિત્વમાં આવે છે. કદાચ

અકસ્માતે પ્રચંડ ગતિથી દોડતાં દોડતાં એ પૃથ્વીની સાથે તો ન અથડાય એવા ભયથી જ્યારેજ્યારે ધૂમકેતુ દેખવામાં આવ્યો છે ત્યારેત્યારે જનસમૂહમાં ઉલ્કાપાત મચતો રહ્યો છે, એટલું જ નહીં પરંતુ ઘણા દેશોમાં એ અમાંગલિક પણ ગણાયો છે. ધૂમકેતુ દેખાય છે એ દરમિયાન બનતા પૃથ્વીના ઘાતક બનાવોને માટે ધૂમકેતુ જ કારણભૂત મનાય છે. ધૂમકેતુની ઉત્પત્તિ કે બંધારણ વિષે તદ્દન ચોકકસ નિર્ણય થયો નથી. કેટલાક માને છે કે ધૂમકેતુ ફક્ત ઉષ્ણ વાયુનો જ બનેલો છે અને એ વાયુની ઘનતા એટલી ઓછી છે કે આખી પૃથ્વી એક વાર એમાથી પસાર થઈ જાય તો પણ કંઈ ઘાતક પરિણામ ન નીપજે. કેટલાક એમ માને છે કે એનો વાયુ એટલો તો ઉષ્ણ છે કે પૃથ્વીના સંગમમાં આવતાં ભયાનક ફેરફારો કરી શકવાને એ સમર્થ છે. છતાં એ પરિણામ કેવું આવશે એ ધૂમકેતુનાં વાયુનાં તત્ત્વ, ગતિ અને દિશા ઉપર આધાર રાખે છે.

કદાચ એનો વાયુ પૃથ્વીના સમગ્ર ઑક્સિજનને રાસાયણિક સંયોગમાં વાપરી નાંખે અને પ્રાણીમાત્ર ઑક્સિજન વિના તરફડિયાં મારતાં, ગૂંગળાતાં થોડી જ ક્ષણમાં રીબાઈને પૃથ્વીના પટ ઉપરથી એકદમ અદૃશ્ય થઈ જાય.

અગર હવામાંથી નિષ્ક્રિય વાયુઓ શોષાઈ જઈને ઑક્સિજનનું જલદ વાતાવરણ રહી જાય તો "જલ બહાર મીન" જેવી સ્થિતિ આખી સૃષ્ટિની બને અને થોડીક ક્ષણની ઉન્મત્ત અવસ્થાનો ઉન્માદ ભોગવી સર્વ સૃષ્ટિ ઑક્સિજનના અતિરેકને લીધે મૃત્યુ પામે.

ધૂમકેતુના વાયુમાં એવો ઝેરી વાયુ પણ હોય કે જે પૃથ્વી ઉપર પ્રસરતાં જીવનનો અંત લાવે, અથવા એવો પણ જલદ વાયુ હોય જે ઑક્સિજન સાથે જ્વલિત થઈ આખી પૃથ્વીને સળગાવી મૂકે.

કદાચ ધૂમકેતુના આકર્ષણથી સમુદ્રનાં મોજાં બહુ ઊંચે ઊછળી

અને વળી પાછાં જમીન ઉપર ઉતરતાં પૃથ્વી ઉપર પ્રલય લાવે.

અથવા ધૂમકેતુ પૃથ્વીને પોતાના ઉપગ્રહ તરીકે પણ ખેંચીને લઈ જાય અને અવકાશમાં ક્યાં યે ફેંકી દે.

અને એવું પણ બને કે ધૂમકેતુ ઘન હોય અને પૃથ્વીની સાથે સીધી અથડામણથી એ એનો ભાંગીને ભૂકો કરી નાંખે.

આટલી ભયંકરતા છે છતાં ધૂમકેતુના અકસ્માતનો સંભવ કેટલો ઓછો છે એ નીચેના દાખલાથી સમજાશેઃ ત્રણ કરોડ સફેદ લખોટામાં એક કાળો લખોટો હોય અને એક માણસ જો એમાંથી એક લખોટો ઊપાડે તો એના હાથમાં કાળો લખોટો આવવાનો જેટલો સંભવ છે તેટલો જ ધૂમકેતુના અકસ્માતનો સંભવ છે. કેટલાક એમ પણ માને છે કે ધૂમકેતુની ગતિ એટલી ત્વરિત હોય છે કે રાસાયણિક કે ભૌતિક ફેરફારો થવા જોઈએ એટલો સમય પણ એને નહીં મળે. હાલમાં તો એ ભય નથી, પરંતુ જ્યારે કોઈ પ્રચંડ ધૂમકેતુ નજરે પડશે ત્યારે જગતનો માનવસમુદાય ભયથી અને જિજ્ઞાસાથી એના ઉપર મીટ માંડશે.

અનલ એ એક બીજો ભય છે. અગ્નિ પાવન કરનાર, જીવાડનાર અને સંહાર કરનાર મનાય છે. એટલે ધાર્મિક માન્યતા અનુસાર સૃષ્ટિ ઉપર પાપનો ભાર વધી જશે ત્યારે પૃથ્વીને પાવન કરવા ચારે તરફ અનલ ફરી વળશે. જગતનાં પંચમહાભૂતોમાં જીવનનું તત્ત્વ અગ્નિ છે. એના વિના જીવન અશક્ય છે. એટલે જીવનને પોષનાર જ જીવનને સમેટી લે એમ પણ બને. "જે પોષતું તે મારતું એવો દિસે ક્રમ કુદરતી," એ કલાપીની પંક્તિ એમાં સૂર પૂરે છે. પરંતુ એ અગ્નિ પ્રકટશે શેમાંથી અને ક્યાં?

પ્રથમ આપણું ધ્યાન સૂર્ય પ્રત્યે દોડે છે, કારણ કે પૃથ્વીના

ભીતરમાં ભયંકર ગરમી હોવા છતાં સપાટી ઉપર મળતી ગરમ સૂર્ય તરફથી જ આવે છે. અત્યાર સુધી તો સૂર્યનાં તત્ત્વો એ રીતે વર્તી રહ્યાં છે કે તેથી હમેશાં એકસરખી ગરમી નીકળત રહે છે અને પૃથ્વીના પટ ઉપર જીવનને માફક આવે એટલી ગરમ નિરંતર મળી રહે છે. આમ છતાં વિશ્વના અનેક તારાઓરૂપી સૂર્યે તપાસતાં માલૂમ પડયું છે કે તારાની ઉત્ક્રાન્તિમાં ઘણીવા એવો સમય આવે છે કે એમની ગરમી એકાએક વધી જાય છે અને થોડો સમય બેહદ ઉષ્ણ બની અવકાશમાં ભયંકર ઉષ્ણત રેડી દે છે. જેમ દીવો હોલાતી વખતે મોટો ભડકો કરી હોલાય છે તેમ સૂર્યરૂપી દીવો પણ એવા સંક્રાન્તિકાળમાં પહોંચી જશે ને ત્યાં તે એકાએક અત્યન્ત ઉષ્ણ બનીને સદાને માટે શાન્ત થઈ જશે લગભગ દરેક તારો એ સ્થિતિમાં એક વેળા આવે જ એટલે સૂર્ય જ્યારે એવી સ્થિતિએ પહોંચશે ત્યારે એટલી તો ગરમી રેડાશે કે પૃથ્વીમ એથી અગ્નિપ્રલય પ્રવર્તશે. બીજા કોઈ પણ અકસ્માતથી પૃથ્વ બચી શકે પરંતુ આ અગ્નિપ્રલયનો ભય અંતે ખડો જ છે.

ઘણીવાર , એક તારામાંથી બે તારા પણ થઈ જાય છે. એટલે આપણા સૂર્યના પણ બે વિભાગ થઈ જાય તો પૃથ્વી એ બે સૂર્યન આકર્ષણ વચ્ચે ઢિંગલો બની ઉવટે એકાદ સૂર્ય તરફ ખેંચાઈ જઈ, તેમાં સમાઈને ભસ્મીભૂત થઈ જાય.

ગ્રહ અને ઉપગ્રહના આખા કુટુંબને લઇને આકાશમાં વિહરતે સૂર્ય કદાચ કોઈ બીજા પ્રચંડ સૂર્ય સાથે અથડાય તો તેમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી ગરમીમાં પણ આપણી પૃથ્વી સ્વાહા થઈ જાય.

કદાચ કોઈ દિવસ પૃથ્વીનું ભીતર પણ આપણને છેતરે.દરેક ૭૦ ફૂટ નીચે ઉતરતાં પારો એક ડિગ્રી (ફેરનહિટ) ઊંચે ચડે છે. ૮૦ થી ૯૦ માઈલ નીચે તો ધગધગતો પ્રવાહી પ્રજ્વળી રહેલો છે. એ ઉકળતો લાવા ઘણીવાર જ્વાળામુખીદ્વારા બહાર આવીને કેટલુ

નુકસાન કરે છે એ આગળ જોયું છે. પરંતુ કોઈ કાળે જગતના સર્વ જ્વાળામુખીઓનાં મુખ એકસામટાં ફાટે અને એમાંથી નીકળેલો લાવા આખા જગતને હોમસ્વાહા કરી દે તો નવાઈ નહીં.

પૃથ્વીનું પડ પ્રમાણમાં કેટલું પાતળું છે એ તો આગળ જોયું. એ ઠંડીને લીધે સંકોચાતું જાય છે, એટલે એમ લાંબો વખત ચાલે તો કદાચ અંદરનું દબાણ ઘણું જ વધી જતાં અનેક સ્થળે એ પડ તૂટી જાય અને મોટા ખાડાઓ પડે. એમાં સમુદ્રો સમાઈ જઈ વરાળ બને અને અંદરના લાવામાં પૃથ્વીના પડનાં ચોસલાં ગળાઈ જાય. આખી પૃથ્વી ઉપર વરાળનાં વાદળો બંધાઈ જાય અને સમસ્ત સૃષ્ટિનો વિનાશ થઇ જાય. પરંતુ કેટલાક એમ માને છે કે આવા બનાવો બનવાના હતા તે સર્વ બની ચૂક્યા છે અને હવે તો પૃથ્વીનું પડ કાયમને માટે સ્થિર થયું છે.

ધારો કે સૂર્યની ગરમી નામની જ વધી તો હિમાલય કે આલ્પ્સ જેવા પહાડો ઉપર ઠરેલો બરફ પીગળી જાય, અને પૃથ્વીના કેટલા યે દેશો નદીના પટમા ન સમાતાં અફાટ પૂરોના પ્રલયમાં સૃષ્ટિ સમાઇ જાય.

જમીનની સપાટી ઘસાઈ હમેશાં નીચે આવ્યા કરે છે. એટલે હાલમાં જે જમીનના પડો છે તે તો કાળક્રમે સમુદ્રમાં જ સમાઈ જવાનાં છે. એ દરમિયાન ભીતરના ફેરફારોથી જો કદાચ નવી જમીન ઉપર ન આવે તો સમુદ્ર આખી પૃથ્વી ઉપર ફરી વળશે. એવા વખતે માણસને પગ મૂકવા ધરતી નહીં મળશે અને જમીન ઉપર ઉત્ક્રાન્ત થયેલો મનુષ્ય ભાગ્યે જ લાંબા કાળ સુધી જીવી શકશે. છતા જો સમુદ્રનું આક્રમણ ધીમેધીમે થાય તો એની સામે લડીને જીવવાની આશા મનુષ્ય રાખી શકશે પરંતુ ધરતીકંપજેવા ભયાનક બનાવોને પરિણામે જો જમીનના પડ એકાએક નીચે ઊતરી જાય તો તે વખતે મનુષ્યજાતિને

બચાવનાર કોઇનું સાહાય્ય નહીં મળે અને પ્રાણીમાત્ર એ જલપ્રલયમાં ડૂબી અદૃશ્ય થઇ જશે. જલપ્રલયની કથાઓ અનેક દેશના ધર્મમાં મળી આવે છે. વળી સમુદ્રમાં આવા ફેરફારો થવાને પણ સબળ કારણો મળે છે એ આપણે આગળ જોયું છે. શું ભવિષ્યમાં કોઇ વાર ભૂકંપના કે એવા ફેરફારથી સમુદ્ર માઝા મૂકશે? પૃથ્વી જલમય થશે? સૃષ્ટિ ડૂબી જશે?

કદાચ એવો પણ કાળ આવે અને ત્યારે સૃષ્ટિનો નાશ જળના અભાવને લઈને પણ થાય. પાણી જમીનમાં પચતું જાય છે. સમુદ્રના ભીતરમાં ધરતીકંપો અને જ્વાલામુખીઓથી ફાટો પડતી એ ક્રમ જલદી ચાલે છે. એ પાણી અંદરના લાવા સાથે મળતાં કદાચ બીજા રૂપમાં રૂપાન્તર પામી જતું હોય. જો આમ લાંબો વખત ધારો કે ચાલે તો સમુદ્ર સુકાઈ જશે. વર્ષા અને વાદળો અદૃશ્ય થઇ જશે અને અંતે પૃથ્વી જલવિહોણી બની જશે. આવું કદાચ આખા પૃથ્વીના પટ ઉપર એકસામટું ન પણ બને, છતાં સમુદ્રો સુકાવાની સાખ પૂરતાં સહરા, ગોબી અને કચ્છનાં રણો આપણી નજરે પડે છે. જલપ્રલયમાં તો વહાણનો આશરો લેવાની આશા રહે. પરંતુ જલશોષમાં તો જગતની, ઝાડપાન અને પ્રાણીમાત્રની સર્વ સમૃદ્ધિને નાશ પામ્યે જ છૂટકો. ચંદ્રની સપાટી જેવી નીરવતા ભોગવતી સૃષ્ટિના સ્થૂળ અવશેષો જોનાર ત્યારે કોઈ ન રહેશે, અને તાજમહાલ કે અજંટાની ગુફાઓ જેવી કલાકૃતિઓના સૌન્દર્યને નીહાળી વખાણનાર કોઈ જ ન હશે.

જલપ્રલય અને જલશોષ બન્ને શક્ય લાગે છે. બન્નેની જાણે સરત ન લાગી હોય! કોણ જિતશે?

ધારો કે સૂર્યની અત્યંત તપ્ત અવસ્થા અને બીજા અકસ્માતોમાંથી પૃથ્વી બચે તો યે એક નાશનો સનાતન ભૂત તો ખડો જ છે. એના ભોગમાંથી પૃથ્વી કોઈ કાળે બચી શકનાર નથી. કાળના

પંજામાં સપડાયેલી પૃથ્વીનું જીવન એક દિન હરાઈ જશે અને એ ઠંડી, નિઃશ્વાસ; નિઃચેતન, હિમમય અને અંધકારમય બની અવકાશમાં ભમતી રહેશે, કારણ કે સૃષ્ટિને જીવન અર્પનારો સૂર્ય એક કાળે અતિતપ્ત બનીને મૃતઃપ્રાય થતો જશે.

પૃથ્વીના ભૂસ્તરઇતિહાસ ઉપરથી માલૂમ પડે છે કે એની સપાટી ઉપર હવામાનના પ્રબળ ફેરફારો કાળેકાળે થતા આવ્યા છે. એમાં હિમયુગો વારંવાર પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ફરી વળવાના દાખલા મળ્યા છે. સૌથી છેલ્લો મહાન હિમયુગ આશરે ૮ થી ૧૦ હજાર વર્ષ ઉપર આવ્યો હતો. આ યુગમાં યૂરોપની અને ઉત્તરઅમેરિકાની જમીનનો મોટો ભાગ હિમના વિસ્તૃત અને અતિજાડા પડોથી ઢંકાઈ ગયો હતો. એવા યુગો કેવી રીતે શરૂ થાય છે એ બાબત હજી સ્પષ્ટ નિર્ણય થયો નથી, પરંતુ તેના અસ્તિત્વ બાબત શંકા છે જ નહિ. યૂરોપના છેલ્લા મહાન હિમયુગમાં ૮ થી ૧૦ હજાર ફૂટ જાડાઈનો સ્તર બાઝયો હતો. આ હિમયુગ પૂરો થતાં બરફની જે હિમગંગાઓ મોટા પાયા ઉપર પેદા થઈ હતી તેમનાથી જમીનના પડ ઉપર પ્રચંડ ફેરફારો થયા હતા. આપણુ એ હિમયુગના પૂર્ણકાળ પછીના સમયમાં રહીએ છીએ. આ હિમયુગમાં દુનિયાના મોટા ભાગના પ્રદેશો ઉપર જીવન અસ્ત થઈ ગયું હતું. ભવિષ્યમાં કદાચ એનાથી વધુ વિસ્તૃત અને વધુ સમય ટકે તેવો હિમયુગ આખી પૃથ્વીની સપાટીને ઘેરી લે તો તેથી પણ પૃથ્વીની સૃષ્ટિને નાશ પામવાનો સંભવ રહે છે. સૂર્ય પ્રચંડ છે એટલે કદાચ એ લાંબો વખત ઉષ્ણ રહેશે. પૃથ્વી નાની હતી એટલે એની ઉષ્ણતા જલદી દૂર થઈ ગઈ અને ઉપરની સપાટી ઠંડી પડી ગઈ. સૂર્યની પણ કોઇક કાળે એ જ સ્થિતિ થવાની. જગતને જીવન અર્પનાર જાતે જ જીવનવિહોણો બનશે. સૃષ્ટિમાં અંધકાર વ્યાપશે. અવકાશની અપરિમિત ઠંડીથી સૃષ્ટિ થીજી જશે. પાણીનું બરફ થશે, હવા પ્રવાહી થઇ પૃથ્વી ઉપર રેડાશે. ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવની હાલની ઠંડી એ ગરમી ગણાશે. પારો કંઇ નહિ

બચાવનાર કોઇનું સાહાય્ય નહીં મળે અને પ્રાણીમાત્ર એ જલપ્રલયમાં ડૂબી અદૃશ્ય થઇ જશે. જલપ્રલયની કથાઓ અનેક દેશના ધર્મમાં મળી આવે છે. વળી સમુદ્રમાં આવા ફેરફારો થવાને પણ સબળ કારણો મળે છે એ આપણે આગળ જોયું છે. શું ભવિષ્યમાં કોઇ વાર ભૂકંપના કે એવા ફેરફારથી સમુદ્ર માઝા મૂકશે? પૃથ્વી જલમય થશે? સૃષ્ટિ ડૂબી જશે?

કદાચ એવો પણ કાળ આવે અને ત્યારે સૃષ્ટિનો નાશ જળના અભાવને લઈને પણ થાય. પાણી જમીનમાં પચતું જાય છે. સમુદ્રના ભીતરમાં ધરતીકંપો અને જ્વાલામુખીઓથી ફાટો પડતાં એ ક્રમ જલદી ચાલે છે. એ પાણી અંદરના લાવા સાથે મળતાં કદાચ બીજા રૂપમાં રૂપાન્તર પામી જતું હોય. જો આમ લાંબો વખત ધારો કે ચાલે તો સમુદ્ર સુકાઈ જશે. વર્ષા અને વાદળો અદૃશ્ય થઈ જશે અને અંતે પૃથ્વી જલવિહોણી બની જશે. આવું કદાચ આખા પૃથ્વીના પટ ઉપર એકસામટું ન પણ બને, છતાં સમુદ્રો સુકાવાની સાખ પૂરતાં સહરા, ગોબી અને કચ્છનાં રણો આપણી નજરે પડે છે. જલપ્રલયમાં તો વહાણનો આશરો લેવાની આશા રહે. પરંતુ જલશોષમાં તો જગતની, ઝાડપાન અને પ્રાણીમાત્રની સર્વ સમૃદ્ધિને નાશ પામ્યે જ છૂટકો. ચંદ્રની સપાટી જેવી નીરવતા ભોગવતી સૃષ્ટિના સ્થૂળ અવશેષો જોનાર ત્યારે કોઈ ન રહેશે, અને તાજમહાલ કે અજંટાની ગુફાઓ જેવી કલાકૃતિઓના સૌન્દર્યને નીહાળી વખાણનાર કોઈ જ ન હશે.

જલપ્રલય અને જલશોષ બન્ને શક્ય લાગે છે. બન્નેની જાણે સરત ન લાગી હોય! કોણ જિતશે?

ધારો કે સૂર્યની અત્યંત તપ્ત અવસ્થા અને બીજા અકસ્માતોમાંથી પૃથ્વી બચે તો યે એક નાશનો સનાતન ભૂત તો ખડો જ છે. એના ભોગમાંથી પૃથ્વી કોઈ કાળે બચી શકનાર નથી. કાળના

પંજામાં સપડાયેલી પૃથ્વીનું જીવન એક દિન હરાઈ જશે અને એ ઠંડી, નિઃશ્વાસ; નિ.શ્ચેતન, હિમમય અને અંધકારમય બની અવ. કાશમાં ભમતી રહેશે, કારણ કે સૃષ્ટિને જીવન અર્પનારો સૂર્ય એક કાળે અતિતમ બનીને મૃતઃપ્રાય થતો જશે.

પૃથ્વીના ભૂસ્તરઇતિહાસ ઉપરથી માલૂમ પડે છે કે એની સપાટી ઉપર હવામાનના પ્રબળ ફેરફારો કાળેકાળે થતા આવ્યા છે. એમાં હિમયુગો વારંવાર પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ફરી વળવાના દાખલા મળ્યા છે. સૌથી છેલ્લો મહાન હિમયુગ આશરે ૮ થી ૧૦ હજાર વર્ષ ઉપર આવ્યો હતો. આ યુગમાં યૂરોપની અને ઉત્તરઅમેરિકાની જમીનનો મોટો ભાગ હિમના વિસ્તૃત અને અતિજાડા પડોથી ઢંકાઈ ગયો હતો. એવા યુગો કેવી રીતે શરૂ થાય છે એ બાબત હજી સ્પષ્ટ નિર્ણય થયો નથી, પરંતુ તેના અસ્તિત્વ બાબત શંકા છે જ નહિ. યૂરોપના છેલ્લા મહાન હિમયુગમાં ૮ થી ૧૦ હજાર ફૂટ જાડાઈનો સ્તર બાઝયો હતો. આ હિમયુગ પૂરો થતા બરફની જે હિમગંગાઓ મોટા પાયા ઉપર પેદા થઈ હતી તેમનાથી જમીનના પડ ઉપર પ્રચંડ ફેરફારો થયા હતા. આપણુ એ હિમયુગના પૂર્ણકાળ પછીના સમયમાં રહીએ છીએ. આ હિમયુગમાં દુનિયાના મોટા ભાગના પ્રદેશો ઉપર જીવન અસ્ત થઈ ગયું હતું. ભવિષ્યમાં કદાચ એનાથી વધુ વિસ્તૃત અને વધુ સમય ટકે તેવો હિમયુગ આખી પૃથ્વીની સપાટીને ઘેરી લે તો તેથી પણુ પૃથ્વીની સૃષ્ટિને નાશ પામવાનો સંભવ રહે છે. સૂર્ય પ્રચંડ છે એટલે કદાચ એ લાંબો વખત ઉષ્ણુ રહેશે. પૃથ્વી નાની હતી એટલે એની ઉષ્ણુતા જલદી દૂર થઈ ગઈ અને ઉપરની સપાટી ઠંડી પડી ગઈ. સૂર્યની પણુ કોઇક કાળે એ જ સ્થિતિ થવાની. જગતને જીવન અર્પનાર જાતે જ જીવનવિહોણો બનશે. સૃષ્ટિમાં અંધકાર વ્યાપશે અવકાશની અપરિમિત ઠંડીથી સૃષ્ટિ થીજી જશે. પાણીનું બરફ થશે, હવા પ્રવાહી થઇ પૃથ્વી ઉપર રેડાશે. ઉત્તર અને દક્ષિણુ ધ્રુવની હાલની ઠંડી એ ગરમી ગણાશે. પારો કંઇ નહિ

તો શૂન્યથી બસો અંશ નીચે ઊતરી ગયો હશે. આખા જગતના પૃષ્ઠ ઉપર ધવલ હવાનાં વાદળો બંધાઇ ગયાં હશે. ત્યારપછી સૂર્યની સંગાથે મૃતઃપ્રાય સ્થિતિમાં પૃથ્વી ભ્રમણ કર્યા કરશે. કદાચ એ પછી કોઇ અકસ્માત નડે તો જ એ પોતાનું સ્વરૂપ બદલશે.

પૃથ્વીનો વાયુ પણ કદાચ નાશ પામે. સેકંડની સાત માઇલની મુસાફરી કરતાં અને ૨૪ કલાકમાં ચન્દ્રગતિથી ફરતાં એના વાયુનો થોડો ભાગ અવકાશમાં છૂટો પડતો જાય છે. એ ઉપરાંત કેટલોક વાયુ સૃષ્ટિના ઉપયોગમા વપરાય છે. સમય જાય છે તેમ વાયુનો જથ્થો ઘટતો જાય છે. એટલે અંતે એવો સમય આવશે કે ત્યારે પૃથ્વીનો સઘળો વાયુ તદ્દન નાશ પામ્યો હશે. કદાચ એ નવીન સ્થિતિમા જીવવાને શક્તિમાન થાય એવા મનુષ્યની ઉત્ક્રાન્તિ થાય, પરંતુ હવામાન જતું રહે તો પૃથ્વીની સપાટી ઉપરના દિનરાતના ગરમીના ફેરફારો જીવનને અશક્ય કરી મૂકશે. દિવસે એટલી બધી ગરમી પડે અને રાતે એટલી બધી ટંડી પડે કે જીવન તદ્દન સંભવી જ ન શકે.

પંચમહાભૂતોથી રચાયેલી સૃષ્ટિ જલ, વાયુ કે તેજ એ ત્રણના અભાવથી અથવા અતિરેકથી નાશ પામશે.

જાપાન ઉપર નાંખેલા પરમાણુ બૉંબથી આજે પરમાણુશક્તિનો એક નવીન ભય ઊભો થયો છે. એ શક્તિ એટલી તો અમોઘ અને સિદ્ધ છે કે તેનાથી પૃથ્વીને છિન્નભિન્ન કરી નાંખવાની તાકાત પેદા કરવાની શક્યતા લાગે છે. ભવિષ્યમાં કોઈ પણ કદાચ એ બનાવશે તો તેના વડે આખી પૃથ્વી અને તેના ઉપરની સૃષ્ટિ પણ નાશ પામે.

કોઈ ને કોઈ નાશ તો સર્જાયો જ છે. તો કયો નાશ વધુ સંભવિત છે એ પ્રમાણમાં ઉતારીએ:

વિનાશનું કારણ	સેંકડે ટકા
ધૂમકેતુ કે અકસ્માત્.. ...	૧

*અગ્નિ	૮૯
પ્રલય	૧
જલનાશ .	૧૧
હિમ	૮૦
હવાવિનાશ .	૧

ઉપરનુ પ્રમાણ જોતા જણાય છે કે સૌથી હિમનો ભય વિશેષ છે એ કયારે સાચો ઠરશે ? ખાસ કરીને હિમનો ભય સૂર્યના વય ઉપર આધાર રાખે છે સૂર્ય યુવાન હોય તો અબજો વર્ષ સુધી ચિંતાનુ કારણ નથી, પરતુ જો યુવાનીના મધ્યાહ્નકાળમાથી પસાર થઈ એ હવે વૃદ્ધાવસ્થાની ક્ષિતિજે પહોચ્યો હોય તો ભય આની ઊભો રહેતા બહુ સમય ન લાગે અનેક જાતનાં નવા સિદ્ધાન્તો અને અનુમાનો બાધતા વૈજ્ઞાનિકો કલ્પે છે કે નિહારિકાના મધ્યમા જન્મેલો સૂર્ય દસહજાર અબજ ૧૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦ વર્ષ સુધી ભમ્યો છે વિશ્વના તારાની અવસ્થાની સમાલોચના કરતા એમ લાગે છે કે સૂર્ય હજી જીવનના મધ્યાહ્નમા છે એને પૂર્ણ તમ અવસ્થામા આવતા કઈ નહી તો બીજા બેથી ત્રણ અબજ વર્ષ થશે એટનાં વર્ષોમા હવાવિનાશ તો નહી જ થાય આજે તો પરમાણુના પરિવર્તન ના અખતરા બહુજ સફળતાથી ચાલી રહ્યા છે એટલે હવા ખૂટશે તો મનુષ્ય નવી ઉત્પન્ન કરી લેશે પરતુ સૂર્યની ગરમીથી ઉષ્ણતામાન એકાએક વધી જાય તો સર્વ સાધનો નિરુપયોગી થઈ પડશે એમ છતા બેત્રણ અબજ વર્ષ એ કલ્પનાની સખ્યા લાગે છે એટલામા વિજ્ઞાન શુ નહી શોધશે ? સૂર્યની ઊમ્મરના પ્રમાણમાં જગત ઉપર માનવજાતિનુ અસ્તિત્વ તો નહી જેવુ જ ગણાય સૂર્યની ઊમ્મરને હિમાલયની ઊચાઇ સાથે સરખાવીએ તો મનુષ્યની ઉત્ક્રાન્તિના સમય પાણીના વાસણમા તેલનુ એક ટીપુ નાંખીએ અને એનુ જે પ.

* નવા સિધ્ધાતને આધારે આ ટકા બદલાયા છે

બંધાય એટલો ગણી શકાય. એવાં તેલનાં અનેક પડો બંધાતાં જશે અને તેનો હિમાલયજેવડો જાડો સ્તર બંધાશે ત્યારે જ સૃષ્ટિનો સંહારકાલ આવશે. એટલા કાળમાં મનુષ્યનાં યાંત્રિક બળો

ઉપભોગ માટે છે એ માત્ર આત્મસંતોષ લેવા જ માનવું પડે છે. મનુષ્યનું પૃથ્વી ઉપર ઉત્પન્ન થવું માત્ર પરિસ્થિતિનો જ અકસ્માત્ છે. અકસ્માતથી પૃથ્વી હાલ સૂર્યથી એટલે અંતરે આવી રહી છે કે તેમાં જીવનને માફક આવે એવી સ્થિતિ પ્રવર્તી રહી છે. એ પરિસ્થિતિ કાળ જતાં બદલાઈ જવાની જ અને પૃથ્વીનો વિનાશ થાય કે ન થાય પરંતુ એના ઉપરની સર્જાયલી સૃષ્ટિનો વિનાશ મોડોવહેલો થવાનો જ છે એમાં તો શંકા નથી.



બંધાય એટલે ગણી શકાય. એવાં તેલનાં અનેક પડો બંધાતાં જશે અને તેનો હિમાલયજેવડો જાડો સ્તર બંધાશે ત્યારે જ સૃષ્ટિનો સંહારકાલ આવશે. એટલા કાળમાં મનુષ્યનાં યાંત્રિક બળો અને વૈજ્ઞાનિક સાધનો શું શું નહીં કરી શકે ? આજે તો માનવ પૃથ્વીના એક છેડાથી બીજે બીનતાર સંદેશદ્વારા વાતચીત કરી શકે છે. સમુદ્ર ઉપર એણે વિજય મેળવ્યો છે. વિદ્યુત, પેંટ્રોલ અને વરાળદ્વારા અનેકગણી શક્તિ ઉત્પન્ન કરવાનું એણે હાથ કર્યું છે. સ્વયંવિભાજી તત્ત્વોની સહાયતાથી પરમાણુનું રૂપાન્તર પણ એ કરી શક્યો છે. યાંત્રિક બળોથી રૉબોટ (આપમેળે કાર્ય કરનાર) માણસો, રૉબોટ ઍરોપ્લેન, રૉબોટ આગબોટ અને રૉબોટ મોટરકારના ઘણા અખતરા સફળતાથી એણે કર્યા છે. ટેલિવિઝન (બીનતારદષ્ટિ) માં પણ નાના પ્રમાણમાં એણે સફળતા મેળવી છે. એટલે ઉત્ક્રાન્તિરૂપે આવતાં વિઘાતક બળોની સામે બાથ ભીડવા મનુષ્ય હામ રાખશે. પરંતુ પેલો અકસ્માત્ ! અકસ્માત્ સામે ઉપાય નથી. નાનાં વાહનોને માટે બ્રેક હોઈ શકે; ગુરુત્વાકર્ષણબળ સામે એવી કોઈ બ્રેક અસંભવિત લાગે છે.

કોઈ ધૂમકેતુ આવશે? બીજા કોઈ સૂર્યની સાથે અથડામણ થશે ? પૃથ્વીનાં પડો ફાટી જશે ? સૂર્યની ઉષ્ણતા વધી જશે ? સમુદ્ર શોષાઈ જશે ? શું કોઈ ગાંડો વૈજ્ઞાનિક અકસ્માતથી એટલી પરમાણુ શક્તિ ઉત્પન્ન કરશે કે તેથી પૃથ્વી છિન્નભિન્ન થઈ જશે ? હિમયુગ આવશે ? શું થશે ? કયો અકસ્માત્ પહેલો આવી પડશે ? અકસ્માતને તિથિ ન હોય. એ આવે યા ન પણ આવે.

ગમે તેમ હો, પરંતુ પૃથ્વી ચિરંજીવિની નથી જ અને મનુષ્યજાતિ પણ થોડા કાળને માટે જ જીવનલીલા કરવા અવતરી છે. મનુષ્ય માને છે કે વિશ્વ અને સૃષ્ટિ એને માટે સર્જાયાં છે. પ્રભાતના કે સંધ્યાના રંગો, રાત્રીએ ચંદ્રરશ્મિઓના ધવલ રંગે ઓપતી સૃષ્ટિ, મહાસાગરજેવી કે હિમાલયજેવા પર્વતોની ભવ્યતા એ સર્વ મનુષ્યના આનંદ કે

ઉપભોગ માટે છે એ માત્ર આત્મસંતોષ લેવા જ માનવું પડે છે. મનુષ્યનું પૃથ્વી ઉપર ઉત્પન્ન થવું માત્ર પરિસ્થિતિનો જ અકસ્માત્ છે. અકસ્માતથી પૃથ્વી હાલ સૂર્યથી એટલે અંતરે આવી રહી છે કે તેમાં જીવનને માફક આવે એવી સ્થિતિ પ્રવર્તી રહી છે. એ પરિસ્થિતિ કાળ જતાં બદલાઈ જવાની જ અને પૃથ્વીનો વિનાશ થાય કે ન થાય પરંતુ એના ઉપરની સર્જાયલી સૃષ્ટિનો વિનાશ મોડોવહેલો થવાનો જ છે એમાં તો શંકા નથી.

